

תוכן עניינים

מבחני מתכונת מכניקה

1-6 7-12 13-18 19-24 25-30 31-36 37-42 43-48 49-54 55-60 61-66 67-72 73-78 79-84 85-90 91-96 97-102 103-108 109-114 115-120 121-135 136-140	מבחן מספר 1 מבחן מספר 2 מבחן מספר 3 מבחן מספר 4 מבחן מספר 5 מבחן מספר 6 מבחן מספר 7 מבחן מספר 8 מבחן מספר 9 מבחן מספר 10 מבחן מספר 11 מבחן מספר 12 מבחן מספר 13 מבחן מספר 14 מבחן מספר 15 מבחן מספר 16 מבחן מספר 17 מבחן מספר 18 מבחן מספר 19 מבחן מספר 20 <u style="color: red;">מודל הגז האידיאלי</u> שאלות – מודל הגז האידיאלי תשובות – מודל הגז האידיאלי
--	--

מבחני מתכונת אלקטרומגנטיות

141-146 147-152 153-158 159-164 165-170 171-176 177-182 183-188 189-194 195-200 201-206 207-212 213-218 219-224 225-230 231-236 237-242 243-248 249-254 255-260	מבחן מספר 1 מבחן מספר 2 מבחן מספר 3 מבחן מספר 4 מבחן מספר 5 מבחן מספר 6 מבחן מספר 7 מבחן מספר 8 מבחן מספר 9 מבחן מספר 10 מבחן מספר 11 מבחן מספר 12 מבחן מספר 13 מבחן מספר 14 מבחן מספר 15 מבחן מספר 16 מבחן מספר 17 מבחן מספר 18 מבחן מספר 19 מבחן מספר 20
--	---

מבחני מתכונת קרינה וחומר

261-265	מבחן מספר 1
266-270	מבחן מספר 2
271-275	מבחן מספר 3
276-280	מבחן מספר 4
281-285	מבחן מספר 5
286-290	מבחן מספר 6
291-295	מבחן מספר 7
296-300	מבחן מספר 8
301-305	מבחן מספר 9
306-310	מבחן מספר 10
311-315	מבחן מספר 11
316-320	מבחן מספר 12
321-325	מבחן מספר 13
326-330	מבחן מספר 14
331-335	מבחן מספר 15
336-340	מבחן מספר 16
341-345	מבחן מספר 17
346-350	מבחן מספר 18
351-355	מבחן מספר 19
356-360	מבחן מספר 20

מבחני בגרות מכניקה

361-364	בגרות 1991
365-369	בגרות 1992
370-374	בגרות 1993
375-378	בגרות 1994
379-383	בגרות 1995
384-388	בגרות 1996
389-393	בגרות 1997
394-398	בגרות 1998
399-403	בגרות 1999
404-408	בגרות 2000
409-413	בגרות 2001
414-419	בגרות 2002
420-424	בגרות 2003
425-430	בגרות 2004
431-435	תשובות מבחני בגרות במכניקה

מבחני בגרות אלקטרומגנטיות

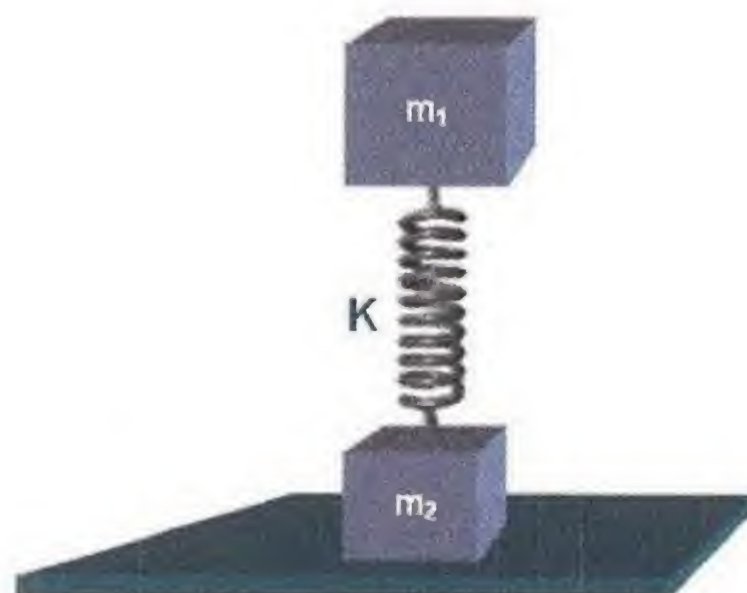
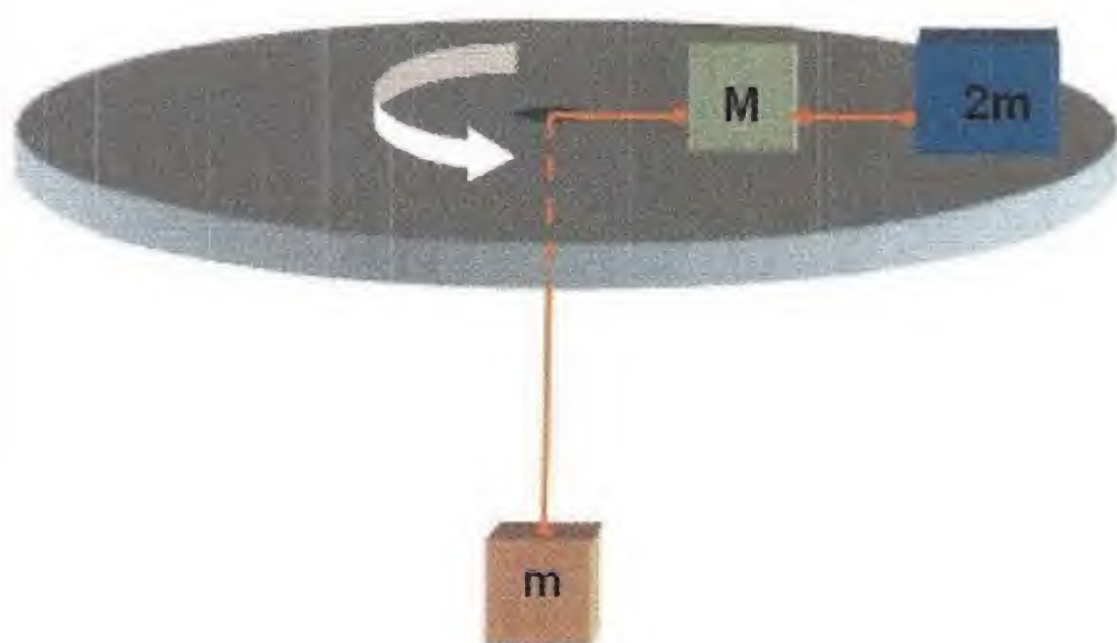
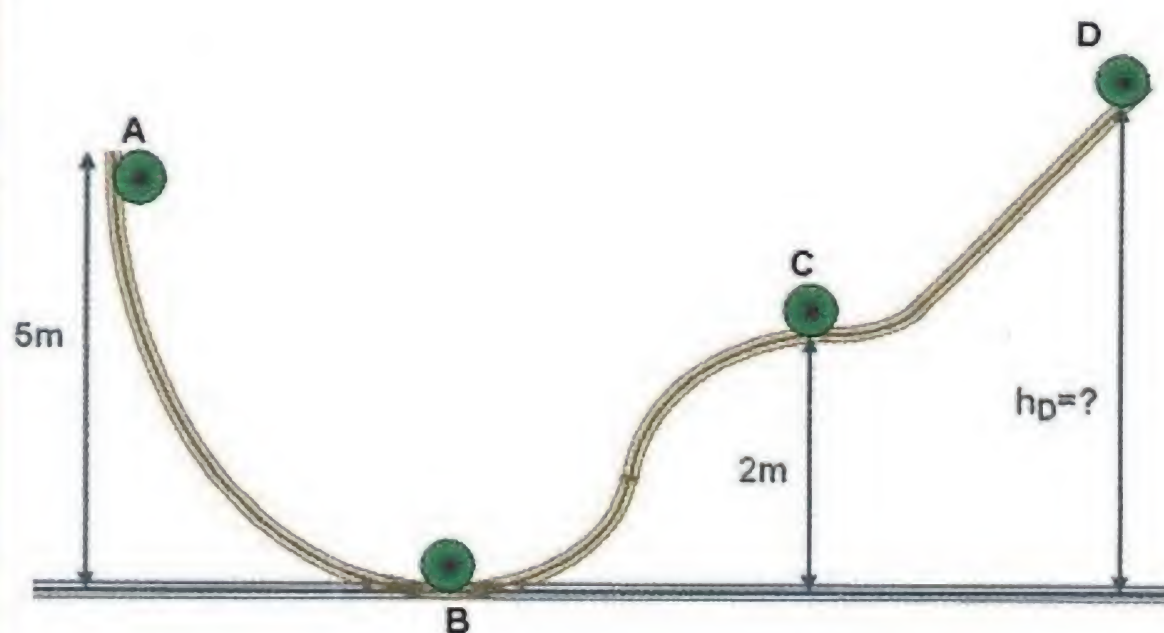
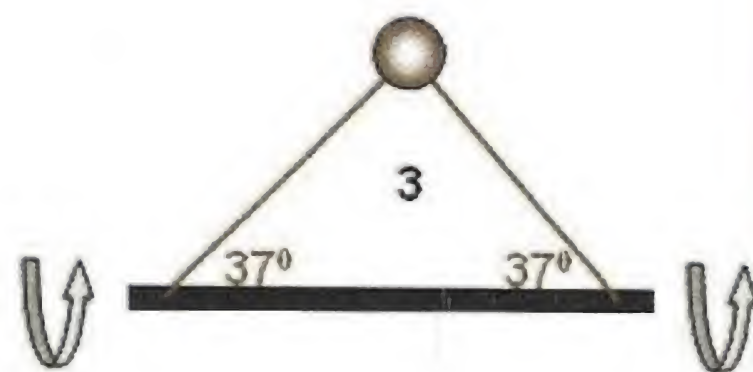
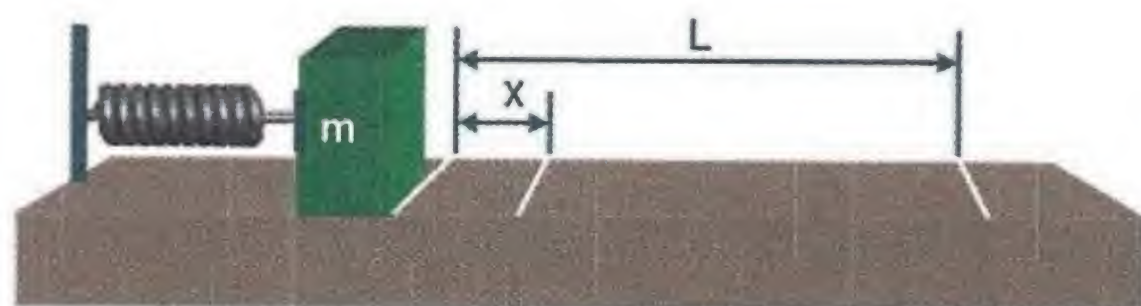
436-440	בגרות 1991
441-445	בגרות 1992
446-450	בגרות 1993
451-456	בגרות 1994
457-460	בגרות 1995
461-465	בגרות 1996
466-470	בגרות 1997
471-475	בגרות 1998
476-482	בגרות 1999
483-487	בגרות 2000
488-492	בגרות 2001
493-497	בגרות 2002
498-502	בגרות 2003
503-507	בגרות 2004
508-512	תשובות מבחני בגרות באלקטרומגנטיות

מבחני בגרות קרינה וחומר

513-516	בגרות 1991
517-520	בגרות 1992
521-524	בגרות 1993
525-528	בגרות 1994
529-532	בגרות 1995
533-535	בגרות 1996
536-539	בגרות 1997
540-543	בגרות 1998
544-547	בגרות 1999
548-551	בגרות 2000
552-558	בגרות 2001
559-562	בגרות 2002
563-566	בגרות 2003
567-571	בגרות 2004
572-574	תשובות מבחני בגרות בקרינה וחומר

575-587	סילבוס מכניקה
588-596	סילבוס אלקטרומגנטיות
597-609	סילבוס קרינה וחומר
610-618	דפי נוסחאות וקבועים
619-622	מיון השאלות לפי נושאים
623-625	מיקוד 2005 והכוונה למיקוד

מתכונות מכניקה

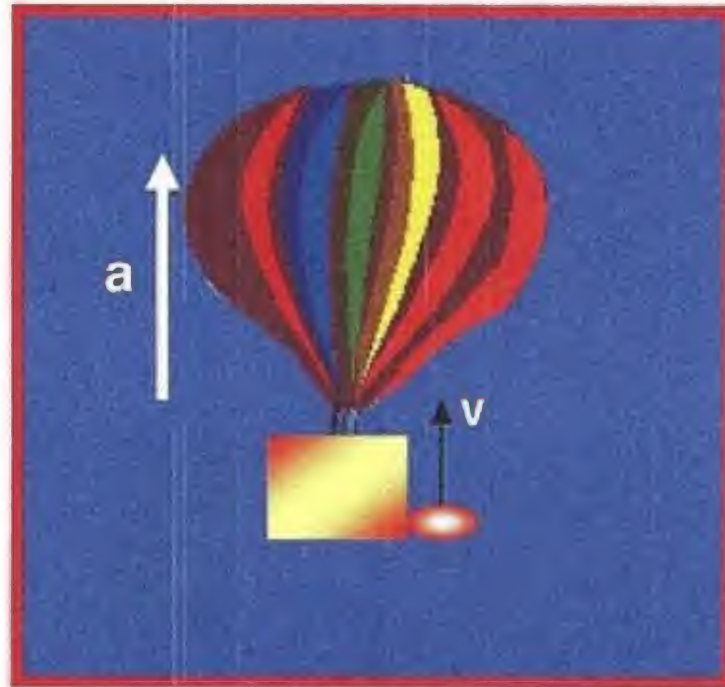




מבחן מספר 1

כדור פורח החל לעלות ממנוחה מעלה בקו ישר בתאוצה קבועה של $a=3\text{m/s}^2$. כעבור 8 שניות נזרק ממנו גוף קטן במהירות של 30m/sec , יחסית לארץ, אנכית כלפי מעלה. הזנח את התנגדות האוויר. (ראה תרשים)

1

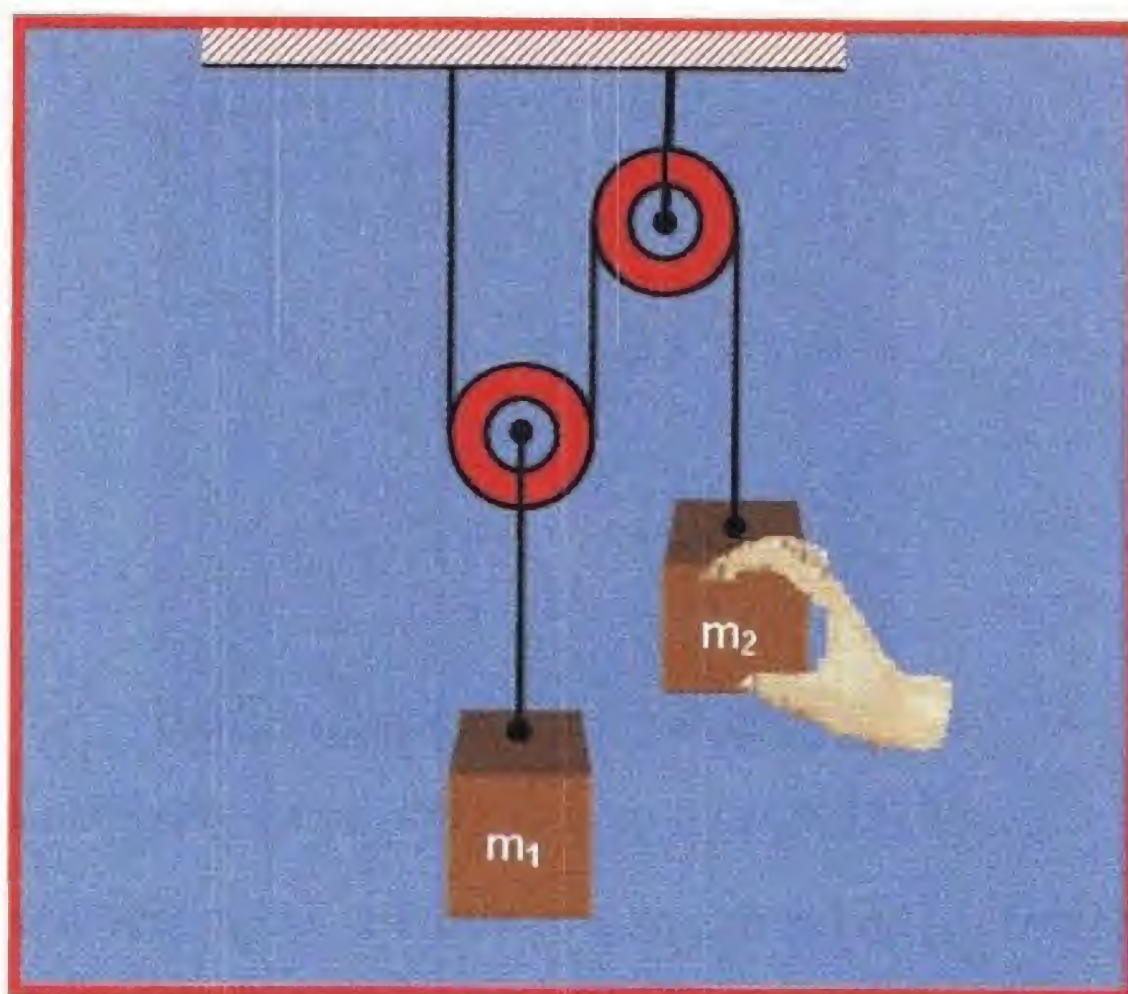


- א. באיזו מהירות התחלתית יחסית לכדור פורח נזרק הגוף? (5 נק')
 - ב. לאיזה גובה מרבי מעל לקרקע יגיע הגוף, וכעבור כמה זמן הוא יגיע לגובה זה? (5 נק')
 - ג. כעבור כמה זמן מהרגע שבו התחילה התאוצה הגוף יפגע בקרקע, ומהי מהירות פגיעתו בקרקע? (5 נק')
 - ד. סרטט גרפים המתארים:
- 1) את מקום הגוף כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד לרגע בו הוא פוגע בקרקע. (4 נק')
 - 2) את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע $t=0$ עד לרגע בו הוא פוגע בקרקע. (4 נק')
 - 3) את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע $t=0$ עד לרגע בו הוא פוגע בקרקע. (4 נק')
- ה. במקום לזרוק את הגוף אנכית, הגוף נזרק במהירות של 25m/sec ובזווית של 73.73° יחסית לארץ (יתר תנאי השאלה בלא שינוי):



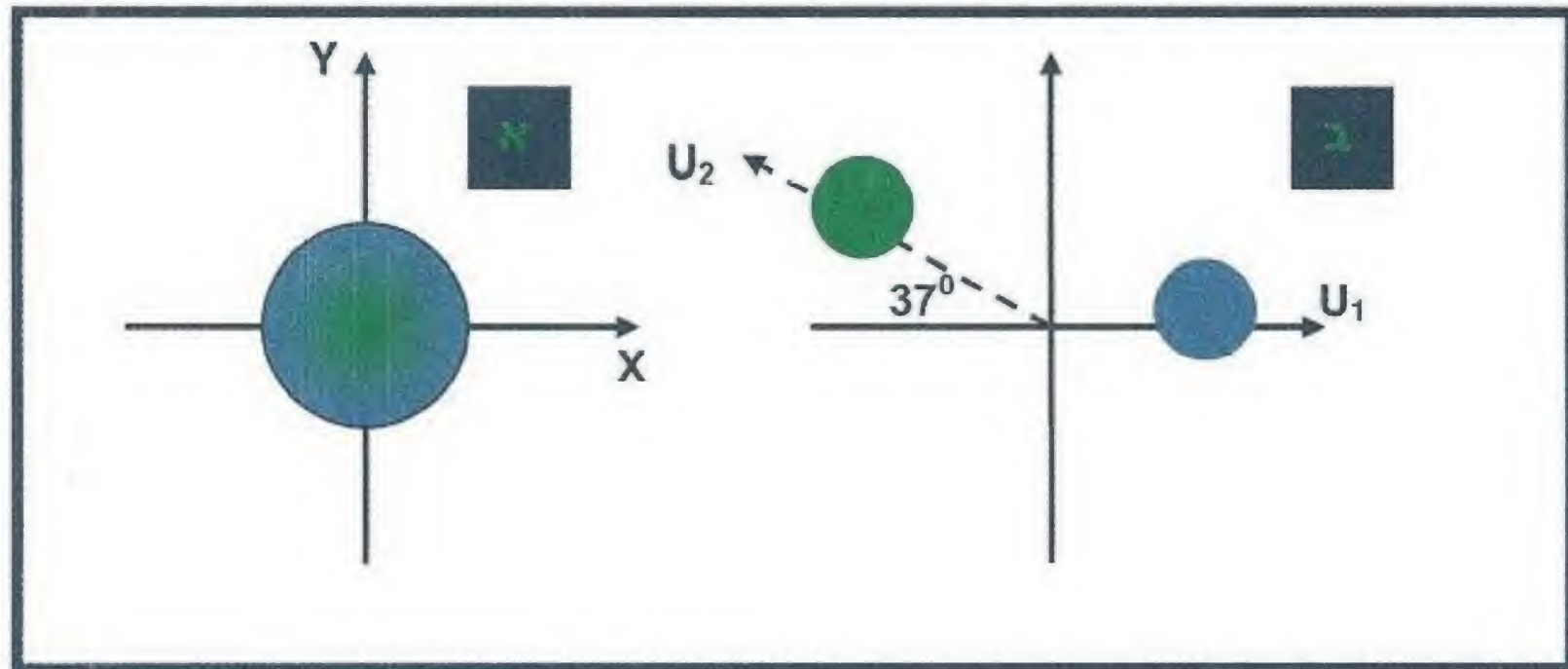
- 1) באיזו מהירות התחלתית (גודל וכיוון) יחסית לכדור פורח נזרק הגוף? (3 נק')
- 2) כעבור כמה זמן מהרגע שבו התחילה התאוצה הגוף יפגע בקרקע? ($3\frac{1}{3}$ נק')

המערכת המתוארת בתרשים נמצאת במנוחה. ניתן להזניח את מסת החוטים והגלגלות, ואת כל כוחות החיכוך.
נתון שהאדם מחזיק את m_2 בכוח של 20 N ומסת הגוף m_1 שווה ל- 8 kg .



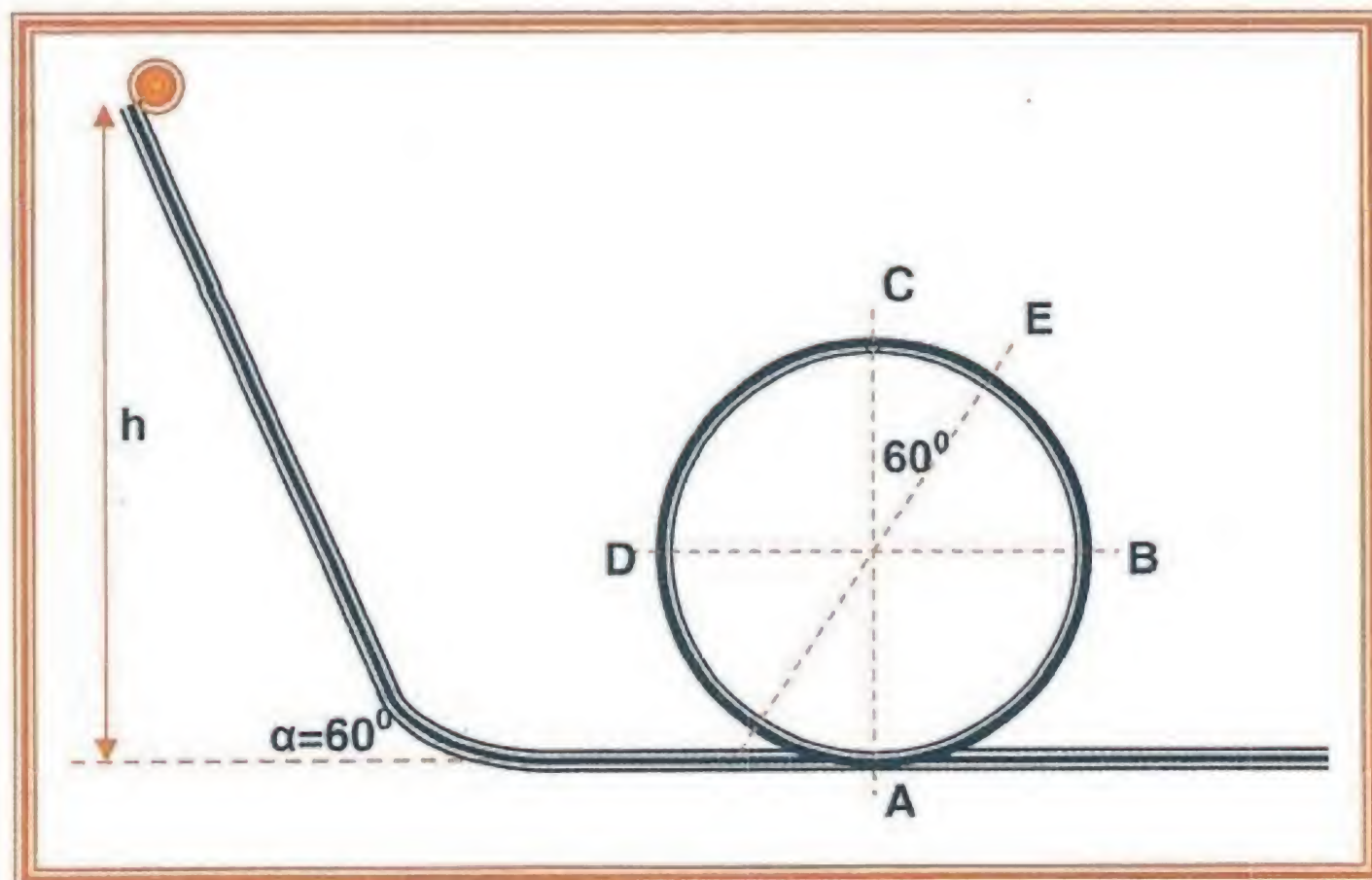
- א. חשב את מסת הגוף m_2 ואת המתיחות בחוט המקושר אליו. (6 נק')
- ב. ברגע $t=0$ האדם מרפה מגוף m_2 .
 1) לאיזה גוף תאוצה גדולה יותר? נמק. (6 נק')
 2) חשב את תאוצת כל אחד מהגופים. (8 נק')
- ג. מהי המהירות היחסית בין הגופים שתי שניות לאחר שחרור המערכת? (5 נק')
- ד. מה המרחק שעברה כל אחת מהמסות שתי שניות לאחר שחרור המערכת? (4 נק')
- ה. חשב את גודל הכוח שיש להפעיל על m_1 על מנת שהמערכת תמשיך לנוע בתנועה קצובה. ($4\frac{1}{3}$ נק')

בתרשים א' מתואר במבט מלמעלה משטח של שולחן חלק ועליו דסקית שמסתה $M=6 \text{ (kg)}$, הנמצאת במנוחה בראשית של מערכת צירים, הנמצאת במישור השולחן. בעקבות התפוצצות קצרה מתפרקת הדסקית לשלושה חלקים זהים. חלק אחד נע במהירות $U_1=2 \text{ (m/sec)}$ בכיוון החיובי של ציר X. חלק שני נע במהירות $U_2=4 \text{ (m/sec)}$ בזווית של 37° מעל הכיוון השלילי של ציר X כמתואר בתרשים ב'.
(תנועת החלק השלישי לאחר ההתפוצצות אינה מתוארת בתרשים ב').



- א. מהו התנע הכולל של מערכת שלוש הדסקיות לאחר ההתפוצצות? הסבר. (5 נק')
- ב. הסבר במילים אם ייתכן שהחלק השלישי ינוע אחרי ההתפוצצות :
 1. ברביע הראשון של מערכת הצירים? (5 נק')
 2. ברביע הרביעי של מערכת הצירים? (5 נק')
- ג. חשב את המהירות (גודל וכיוון) של החלק השלישי לאחר ההתפוצצות. (13 נק')
- ד. מה גודלה של האנרגיה שהייתה דרושה לצורך פירוק הדסקית לשלושת החלקים? (5 1/3 נק')

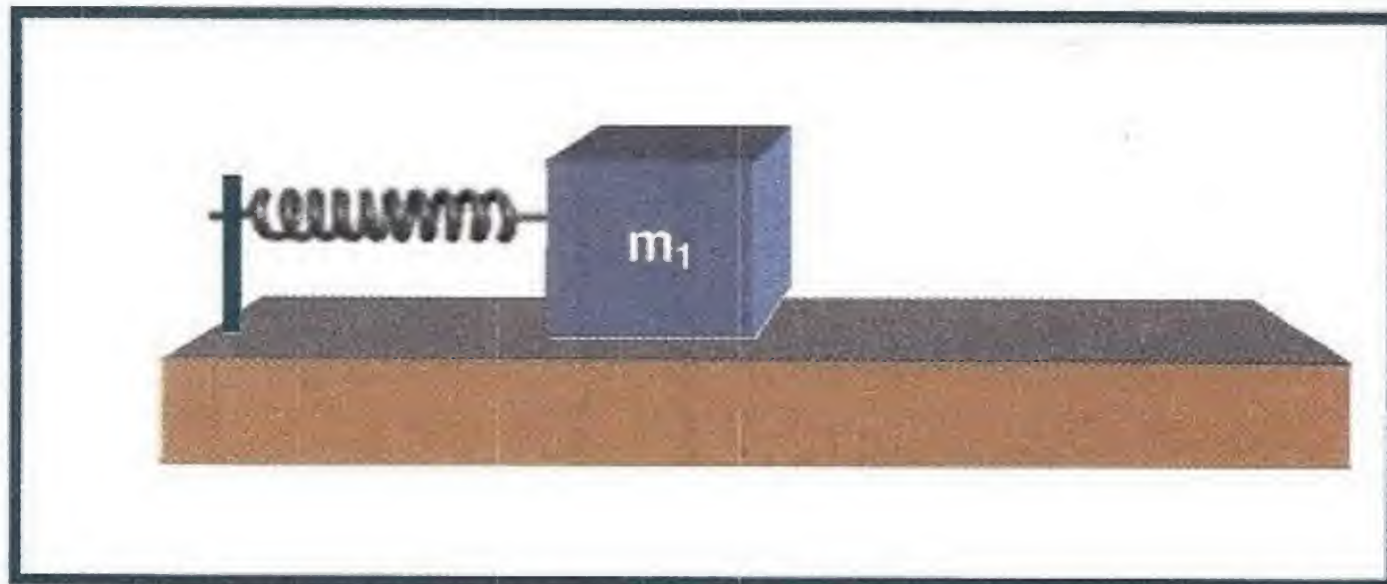
גוף קטן שמסתו $m=0.1(\text{kg})$ משוחרר ממעלה מישור משופע הנטוי בזווית $\alpha = 60^\circ$, וגובהו h . מקדם החיכוך בין הגוף לבין המישור המשופע הוא $\mu_k=0.2$. הגוף נכנס למסילה מעגלית שרדיוסה $R=0.4(\text{m})$. הנקודות A, B, C, D, E נמצאות בקצות הקטרים (אופקי ואנכי). המסילה המעגלית חסרת חיכוך.



אם ידוע שתאוצתו השקולה בנק' B היתה $4.123g$ מצא:

- מה היתה מהירותו בנק' B ? (6 נק')
- מהו הכוח השקול הפועל עליו בנק' B (גודל וכיוון) ? (6 נק')
- האם הגוף ישלים סיבוב שלם ? הסבר. (6 נק')
- מאיזה גובה h שוחרר הגוף ? (8 נק')
- מצא את גודל התאוצה השקולה בנקודה E, שהרדיוס המכוון אליה יוצר זווית של 60° עם האנך. ($7\frac{1}{3}$ נק')

בול שמסתו $m=2(\text{kg})$ מחובר לקצהו של קפיץ אופקי שקבוע הכוח שלו הוא $K=10(\text{N/m})$.
ברגע $t=0$ האנרגיה הקינטית שווה ל- $3(\text{J})$ והאנרגיה הפוטנציאלית שווה גם כן ל- $3(\text{J})$.



- א. מה משרעת התנודות של הבול ? (6 נק')
- ב. מהי מהירותו המרבית של הבול ? (6 נק')
- ג. מהי זווית המופע ההתחלתי ? ($4\frac{1}{3}$ נק')
- ד. מהו זמן המחזור, ומהי התדירות של התנודות ? (4 נק')
- ה. מהי המהירות כאשר האנרגיה הקינטית של המערכת כפולה מהאנרגיה הפוטנציאלית שלה ? (6 נק')
- ו. שרטט גרף של האנרגיה הקינטית כפונקציה של ההעתק מנק' שווי המשקל. (7 נק')

תשובות – מבחן מספר 1

1

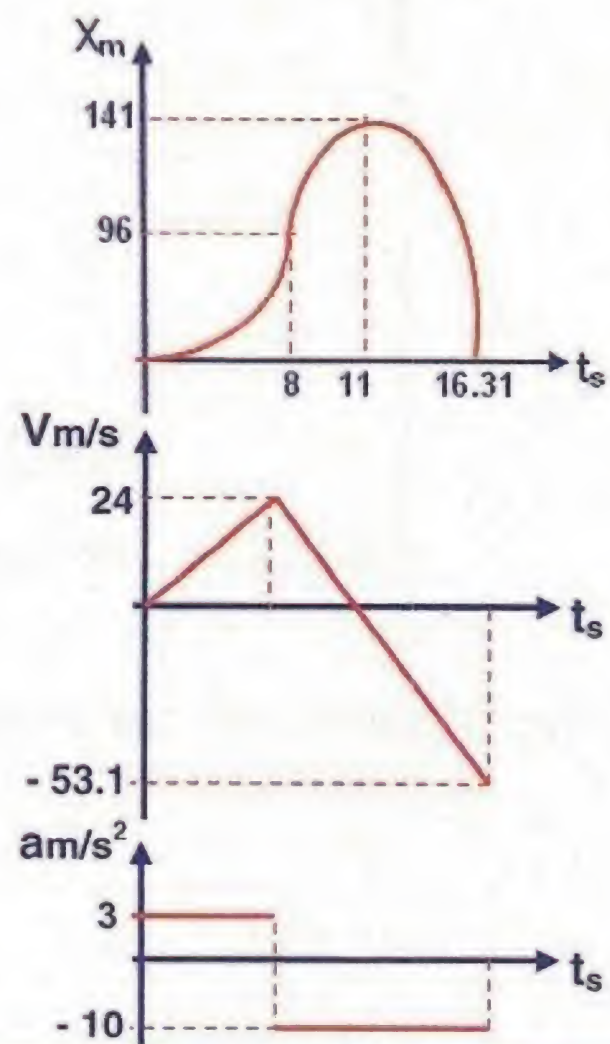
א. 6 m/sec

ב. 141 m , 11 sec מההתחלה.

ג. 53.1 m/sec , 16.31 sec

ד. (גרפים בדף)

ה. 1) 7 m/sec ימינה
2) 15.4 sec



2

א. 40 N , 2 kg

ב. 1) m_2
2) $a_2 = 5 \text{ m/sec}^2$, $a_1 = 2.5 \text{ m/sec}^2$

ג. 15 m/sec

ד. 10 m , 5 m

ה. 40 N כלפי מעלה.

3

א. אפס

ב. 1) לא (יתקבל אז תנע בציר y)
2) כן

ג. 63.6° , 2.687 m/sec
מתחת לציר ה-x החיובי.

ד. 27.22 J

5

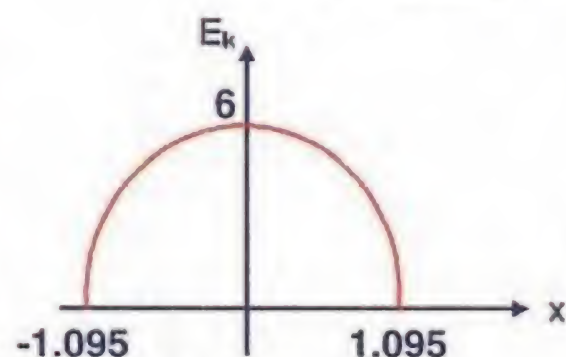
א. 1.095 m

ב. 2.449 m/sec

ג. 45°

ד. 0.355 Hz , 2.809 sec

ה. 2 m/sec



4

א. 40 m/sec

ב. 14° , 4.123 N

ג. כן

ד. 1.357 m

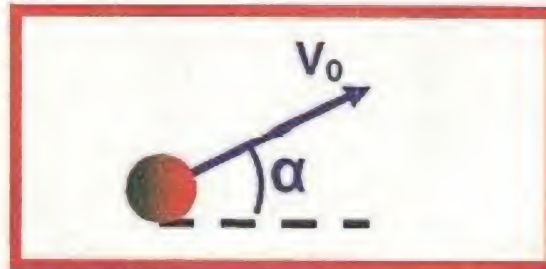
ה. 31.22 m/sec^2

מבחן מספר 2

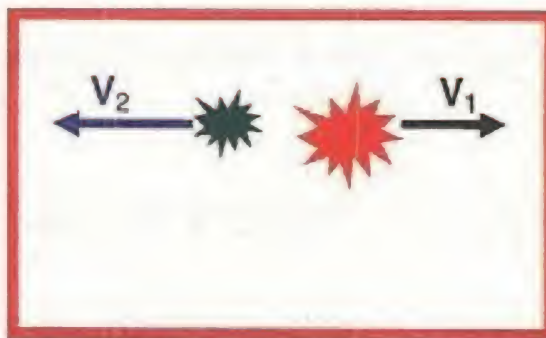
1

גוף נזרק כלפי מעלה במהירות של $V_0=10(\text{m/s})$ ובזווית של 60° .
בחישובך הזנח את התנגדות האוויר.

א. מהו הגובה המרבי אליו הגיע הגוף ואיזה מרחק אופקי עבר עד עז ?
(10 נק')



כאשר הגוף נמצא בשיא הגובה הוא מתפוצץ לשני חלקים:
חלק אחד נע אופקית ימינה במהירות של $V_1=20(\text{m/s})$.
חלק שני נע אופקית שמאלה במהירות של $V_2=25(\text{m/s})$.

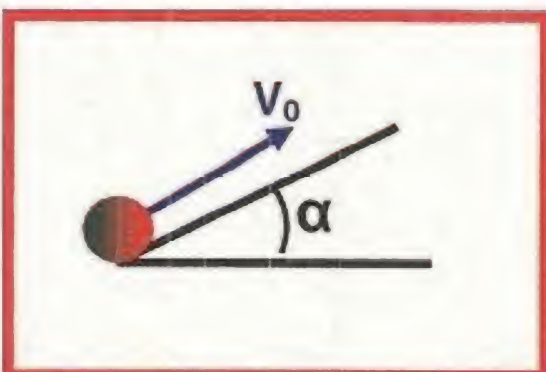


ב. כעבור כמה זמן מרגע ההתפוצצות יגיע כל אחד מהחלקים לקרקע, ומה יהיה
אז המרחק בניהם ? (6 נק')

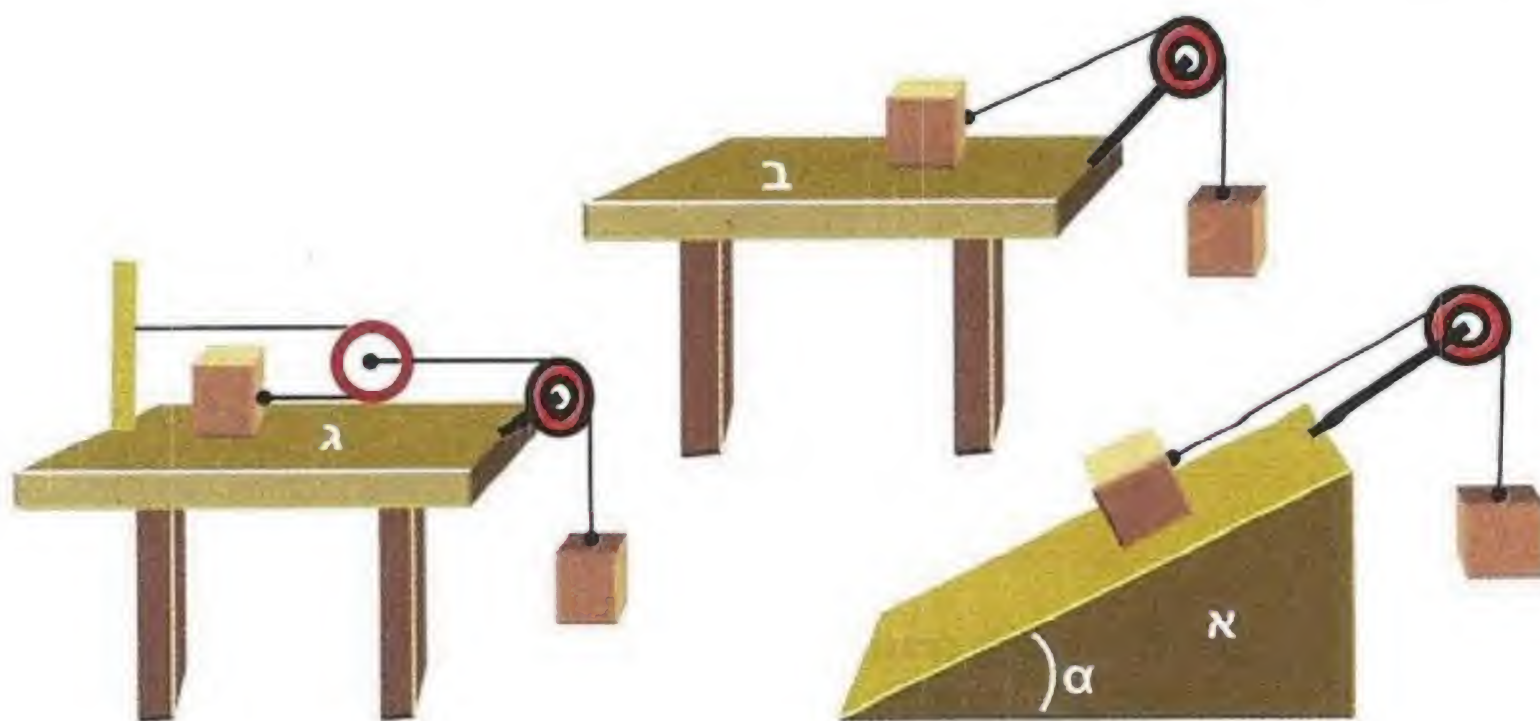
ג. מהי מהירות הפגיעה (גודל וכיוון) של כל חלק בקרקע ? (6 נק')

ד. האם המהירות של חלק אחד יחסית לחלק שני $V_{1,2}$ משתנה במהלך
הנפילה? אם לא – נמק מדוע וחשב מהי.
אם כן – חשב מהי מיד לאחר הפיצוץ וברגע הפגיעה בקרקע. ($6\frac{1}{3}$ נק')

ה. אילו החלק (לפני ההתפוצצות) היה נזרק באותה המהירות במעלה מישור
משופע חלק שזווית השיפוע שלו היא 60° ,
האם הגובה אליו היה מגיע – גדול מזה שחישבת בסעיף א', קטן ממנו, או
שווה לו ? נמק. (5 נק')



במערכות המתוארות בתרשימים, מסת כל אחד הגופים היא m . מסת החוטים והגלגלות ניתנות להזנחה, וכן כוחות חיכוך כלשהם נתונים להזנחה. נתונים: g ו- α .



א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים) באילו מהמערכות גודל תאוצתו של הגוף שעל המשטח:

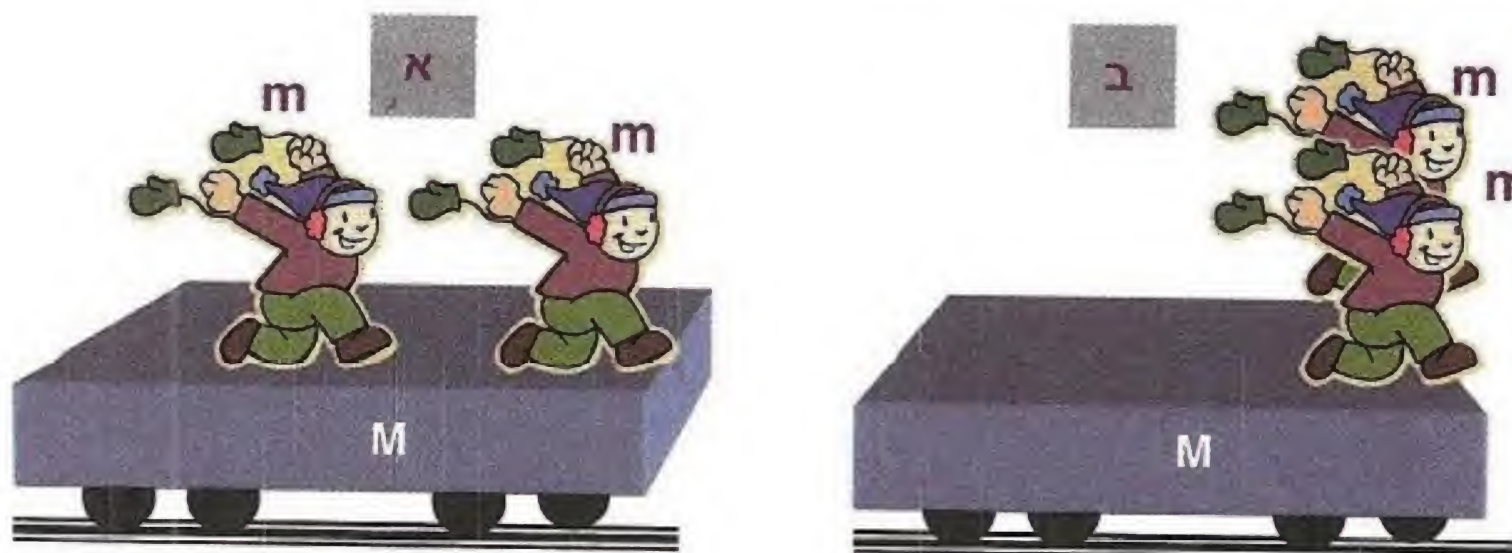
1. קטן מזה של הגוף התלוי ? (4 נק')
2. גדול מזה של הגוף התלוי ? (4 נק')
3. שווה לזה של הגוף התלוי ? (4 נק')

ב. באילו מהמערכות לא תיתכן תנועה קצובה בלא תלות בגודל המסות של הגופים במערכת? נמק! (6 נק')

ג. עבור המערכת המתוארת בתרשים ג' מצא את:

1. תאוצת כל אחד מהגופים והמתיחות בחוטים. (8 נק')
2. גודלו של כוח אופקי F שיש להפעיל על הגוף שעל המשטח, כך שהגוף ינוע שמאלה במהירות קבועה? (ראה תרשים). (7½ נק')

קרונית שמסתה M נמצאת במנוחה על מסילה חלקה. על הקרונית עומדים שני נערים שמסת כל אחד מהם היא m . כל אחד מהנערים מסוגל לרוץ ימינה במהירות U (יחסית לקרונית) לאורך הקרונית ולקפוץ ממנה. הנח שאין חילופי תנע בין הנערים לבין הקרונית עד רגע הקפיצה.



א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים) אם כדי להקנות לקרונית מהירות מקסימלית על הנערים לקפוץ באותו רגע (תרשים ב') או עליהם לקפוץ בזה אחר זה (תרשים א'). (6 נק')

ב. נתונים: $U=5$ (m/sec), $m=50$ (kg), $M=100$ (Kg). חשב את מהירות הקרונית:

(1) לאחר קפיצת הנער הראשון. (6 נק')

(2) לאחר קפיצת הנער השני. (8 נק')

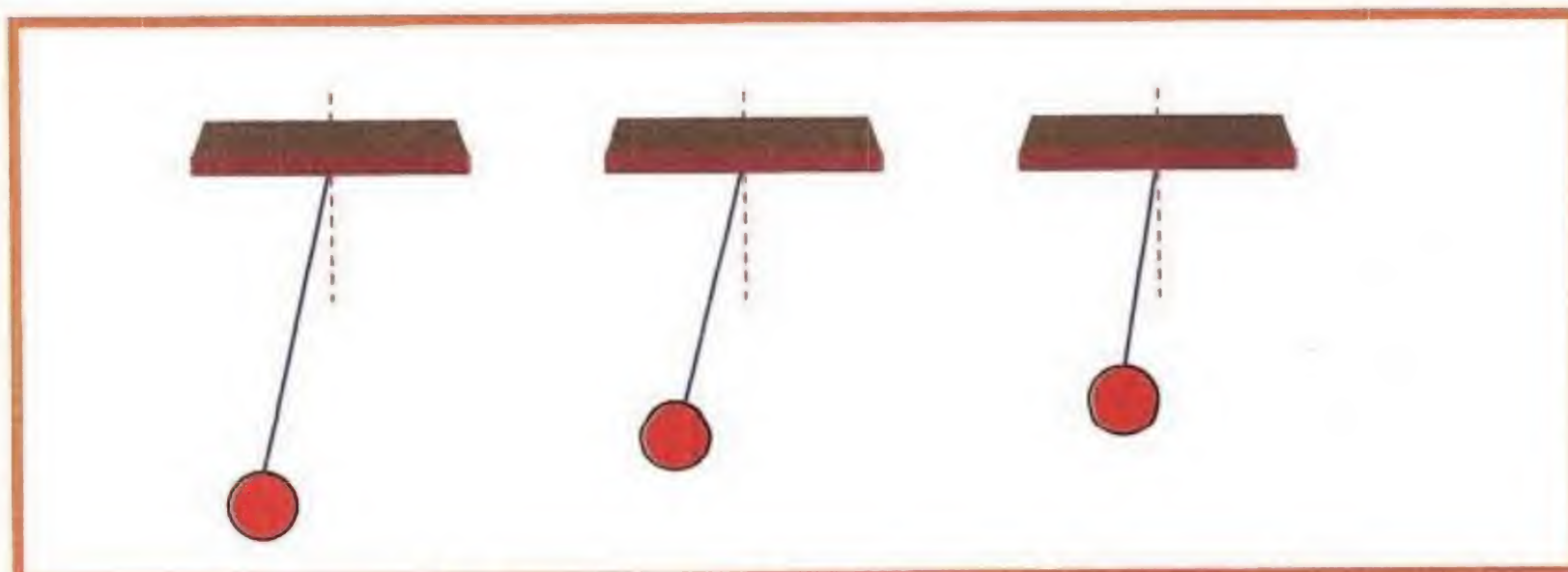
(3) אם שניהם קופצים באותו הרגע. (8 נק')

ג. לפני קפיצת הנערים הייתה הקרונית במנוחה, ולאחר קפיצתם היא הייתה בתנועה. האם בעובדה זו אין סתירה:

(1) לחוק שימור האנרגיה? הסבר! (2 נק')

(2) לחוק שימור התנע? הסבר! (3½ נק')

תלמיד מדד את זמני המחזור (T) של מטוטלות פשוטות בעלות אורכים שונים (L). כל אחת מן המטוטלות התנודדה בזוויות קטנות.



תוצאות המדידה רשומות בטבלה שלפניך:

$L_{(m)}$	$T_{(s)}$	T^2
0.3	1.10	
0.4	1.27	
0.5	1.42	
0.6	1.55	
0.7	1.68	

א. פתח את הנוסחה עבור זמן המחזור של מטוטלת מתמטית. (6 נק')

ב. השלם את העמודה החסרה בטבלה ושרטט גרף של אורך המטוטלת L כפונקציה של T^2 . (6 נק')

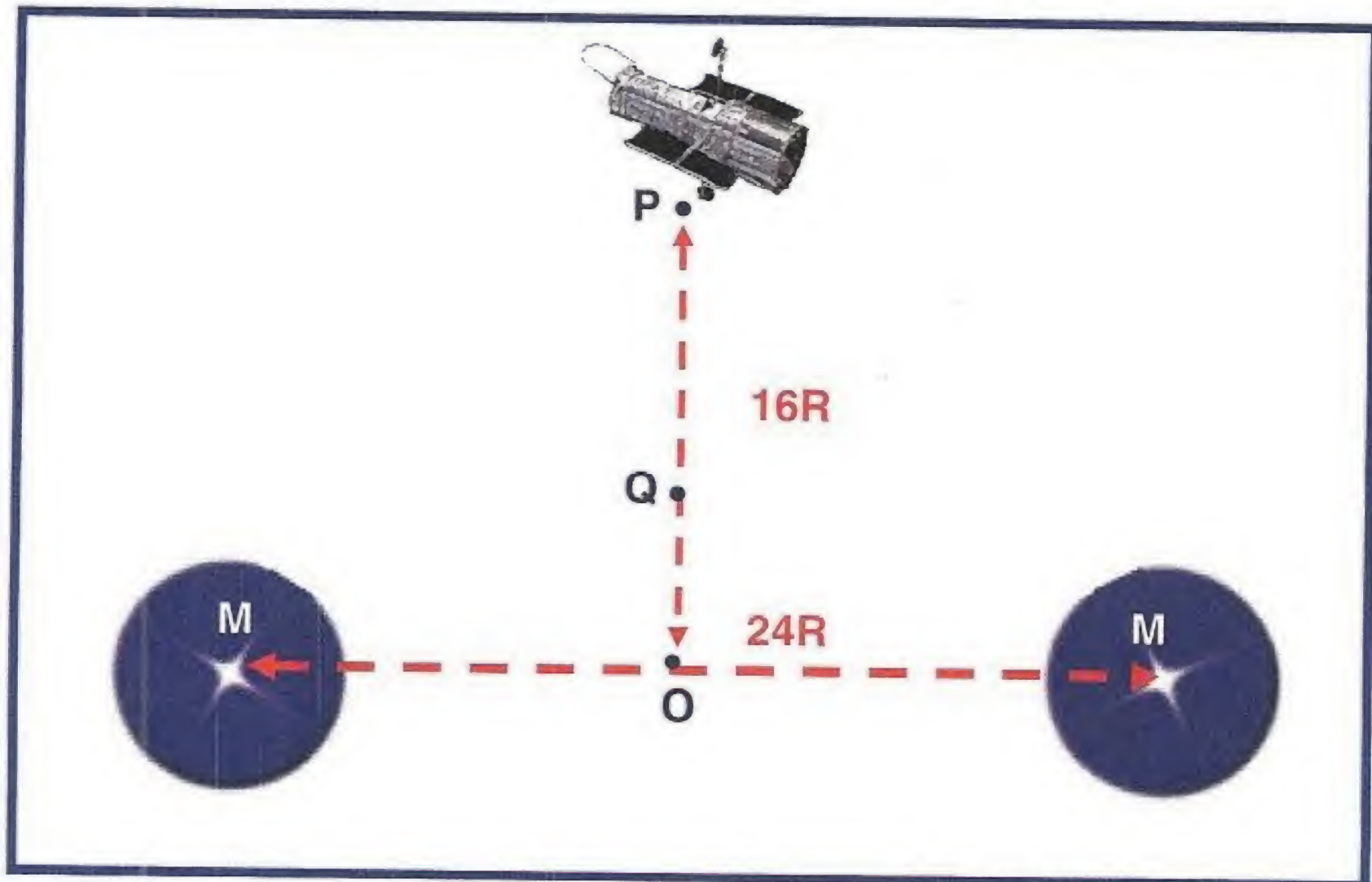
ג. חשב על פי הגרף את תאוצת הנפילה החופשית. (6 נק')

ד. עבור המטוטלת שאורכה $L=0.6(m)$ וזמן המחזור שלה $1.55(sec)$ היתה המסה $m=0.2(kg)$ וזווית הסטייה מהאנך $\alpha=4^\circ$.

1. מהו גודלה של המהירות המקסימלית? (6 נק')

2. מה היא מתיחות החוט כאשר המסה m נמצאת במהירות המקסימלית? (6 נק')

חללית שמסתה m נעה (בהשפעת כוחות הכבידה בלבד) לאורך האנך המרכזי לקטע המחבר את מרכזי שני כוכבים זהים, שמסתם M ורדיוס כל אחד מהם הוא R . הכוכבים נמצאים במרחק $24R$ זה מזה וקבועים במקומם. נתונים: m, M, R, G . החללית מתחילה לנוע ממנוחה מהנקודה P הנמצאת במרחק $16R$ מהנקודה O (ראה תרשים).



- א. מהי האנרגיה הכללית של המערכת כאשר החללית נמצאת בנקודה P ? (8 נק')
- ב. מהי תאוצת החללית ברגע בו היא מתחילה את תנועתה בנקודה P ? (8 נק')
- ב. באיזו מהירות תעבור החללית:
 1. את הנקודה O ? (6 נק')
 2. את הנקודה Q הנמצאת במרחק $5R$ מהנקודה O ? (5 נק')
- ד. היכן היה צריך להיות ממוקם כוכב נוסף שמסתו M , כדי שימנע את תזוזת החללית מן הנקודה P ? (6 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 2

2

א. 1) ב' 2) ג' 3) א'
 ב. ב' ו- ג'.

ג. 1) גוף תלוי- 0.2g , 0.8mg
 על משטח- 0.4g, 0.4mg

2) 0.5mg

1

א. $x=4.33m$, $y=3.75m$
 ב. $38.97m$, $t_1=t_2=0.866$
 ג. $v_1=21.79$ $\alpha=23.41^\circ$
 $V_2=26.45$ $\beta=19.41^\circ$
 ד. לא, $45m/s$
 ה. גדול ממנו.

3

א. בזה אחר זה.
 ב. 1) $-1.25m/s$ 2) $-2.91m/s$ 3) $-2.5m/s$
 ג. 1) לא 2) לא

5

א. $-\frac{GM}{R}(\frac{m}{10} + \frac{M}{24})$
 ב. $0.004GM/R^2$
 ג. 1) $0.363\sqrt{\frac{GM}{R}}$
 2) $0.328\sqrt{\frac{GM}{R}}$
 ד. $15.8R$
 ישירות מעל לנק' P.

4

ג. $g \approx 9.8m/s$
 ד. 1) $0.169m/sec$
 2) $1.98N$

מבחן מספר 3

1

ברגע $t=0$ נזרק כדור א' מפני הקרקע, אנכית כלפי מעלה, במהירות התחלתית V_1 . באותו הרגע נזרק אנכית כלפי מטה כדור ב' במהירות V_2 מגג בנין שגובהו H . הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועת הכדורים.

א. הגדר ציר מקום שכיוונו החיובי כלפי מעלה, רשום ביטוי ל- y_1 ול- y_2 המתארים את מקום האבנים כפונקציה של הזמן ביחס לקרקעית הבנין. (5 נק')

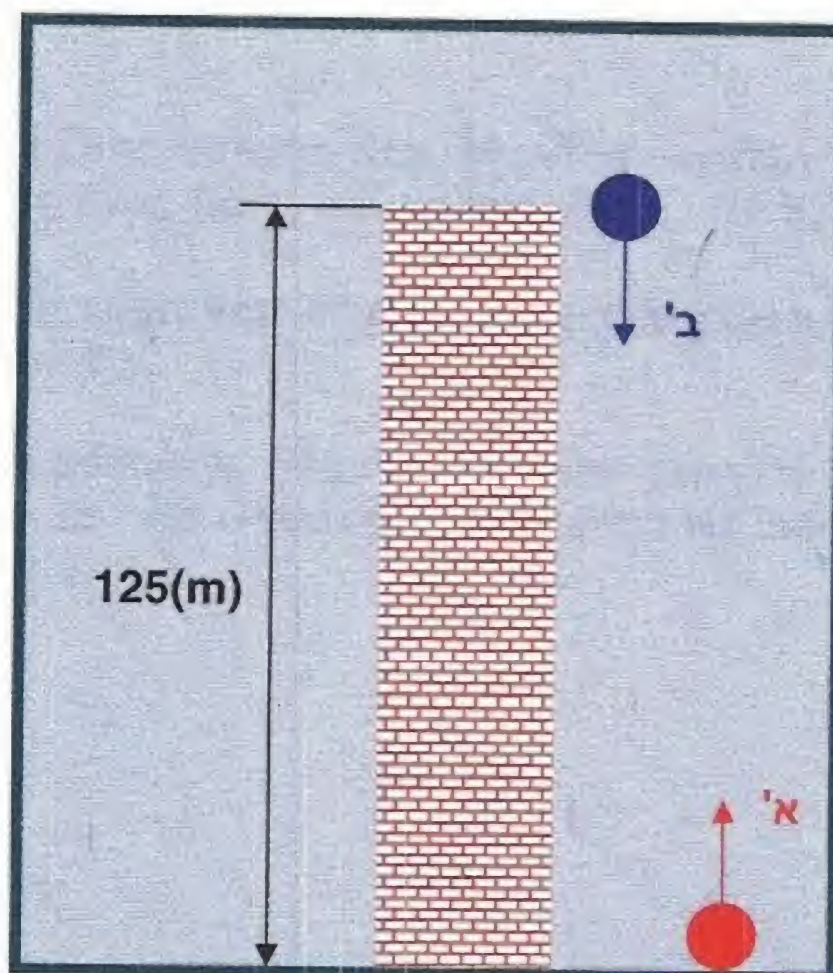
ב. נתונים: $V_1=20(\text{m/s})$, $V_2=15(\text{m/s})$, $H=125(\text{m})$.
כעבור כמה זמן "נפגשים" 2 הכדורים (כלומר, חולפים זה לצד זה)? (8 נק')

ג. האם המהירות של כדור א' ביחס לכדור ב' משתנה במהלך תנועת הכדורים באוויר? אם לא – נמק מדוע ומצא את ערכה (גודל וכיוון), אם כן – נמק מדוע ומצא את ערכה ברגע הזריקה וברגע בו חולפים הכדורים זה לצד זה. (5 נק')

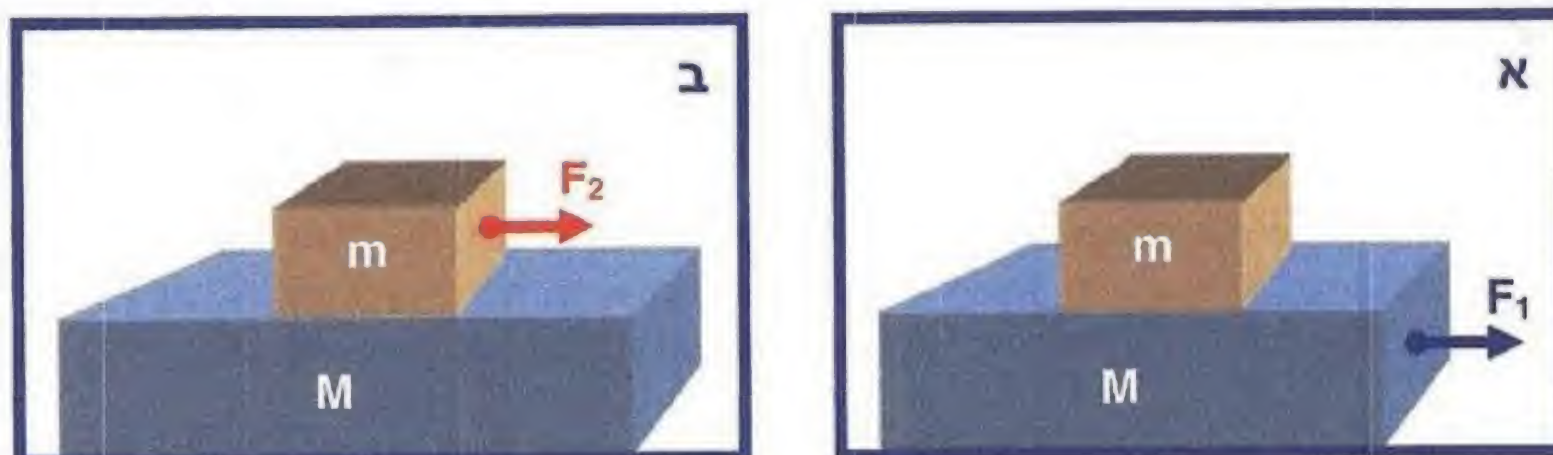
ד. מהו הפרש הזמנים של הגעתם לקרקע? (5 נק')

ה. באיזו מהירות היה צריך לזרוק את כדור ב' בכדי שיגיע לקרקע ביחד עם כדור א'? (5 נק')

ו. על אותה מערכת צירים סרטט גרף של מהירויות הכדורים מתחילת תנועתם עד פגיעתם בקרקע. (5⅓ נק')

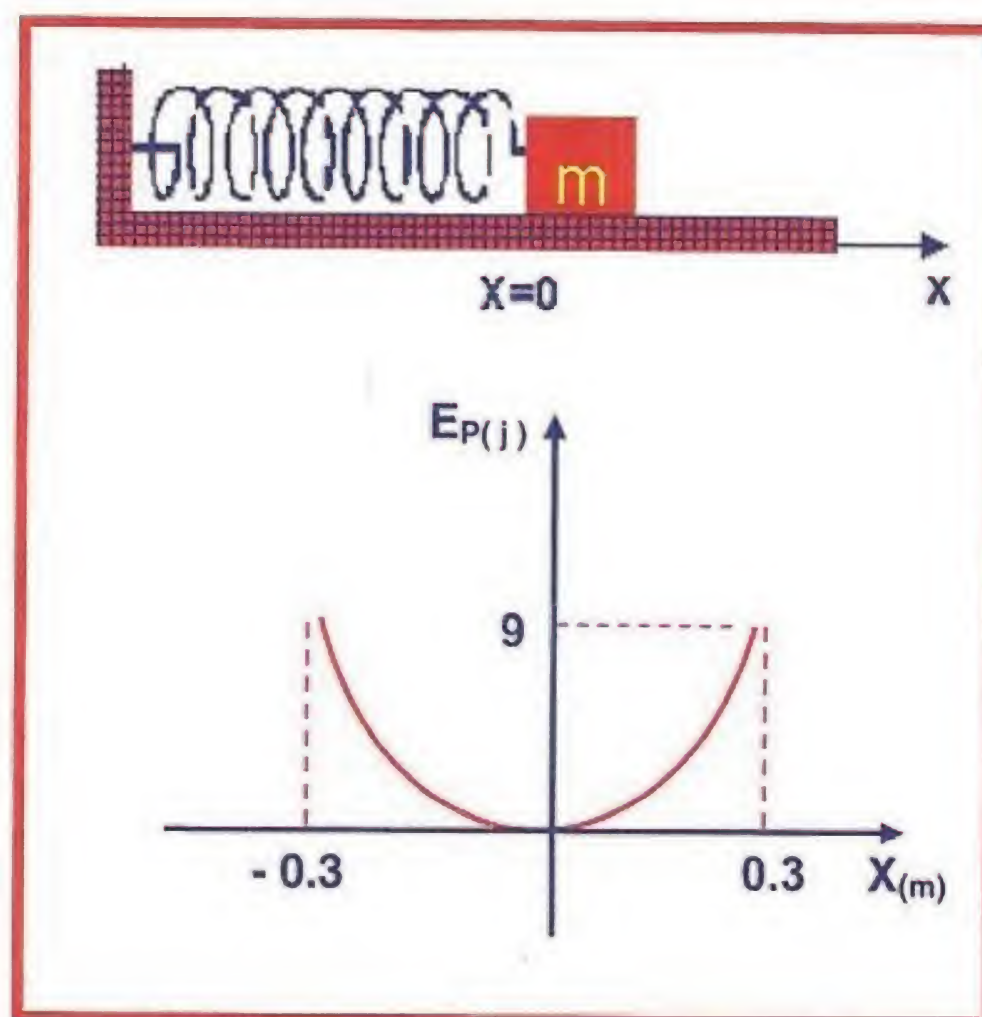


גוף שמסתו m מונח על בול שמסתו M , המונח על משטח אופקי חסר חיכוך. בין הבולים קיים חיכוך שמקדמיו (סטטי וקינטי) μ . בסרטוט א' מופעל על הבול התחתון כוח חיצוני מרבי, המאפשר תנועת הגופים יחד. בסרטוט ב' מופעל על הבול העליון כוח חיצוני מרבי, המאפשר תנועת הגופים יחד. נתונים: $g, \mu, M, m, (M > m)$.



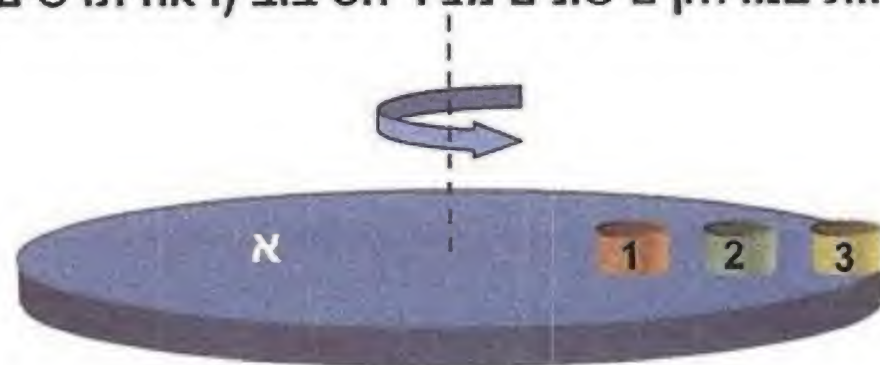
- א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים), איזו מערכת נעה בתאוצה גדולה ותר. (5 נק')
- ב. קבע והסבר באופן איכותי (במילים), איזה מהכוחות F_1 או F_2 גדול יותר. (5 נק')
- ג. האם ייתכן שבאחד המיקרים הבולים ינועו יחד בתנועה קצובה? אם לא – נמק מדוע. אם כן – באיזו מערכת? (5 נק')
- ד. רשום משוואת כוחות עבור כל אחת מהמערכות ובטא את F_1 ואת F_2 באמצעות הנתונים. (12 נק')
- ד. על המערכת בסרטוט א' מפעילים כוח השווה בגודלו ל- $2F_1$. תאר את תנועת הגוף שמסתו m מנקודת ראות של צופה העומד על הרצפה. (5 1/3 נק')

על משטח אופקי חסר חיכוך מונח גוף שמסתו $m = 2(\text{Kg})$ המחובר לקפיץ. מותחים את המערכת קפיץ – מסה למרחק X ממצב שיווי המשקל ומשחררים אותה לאחר מכן. הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה הפוטנציאלית של הקפיץ כפונקציה של העתקו ממצב שיווי המשקל.



- (א) חשב את קבוע הכוח של הקפיץ. (5 נקודות).
- (ב) מה גודל מהירות המסה :
 (1) בחולפה דרך נקודת שיווי המשקל?
 (2) כשהקפיץ מכווץ ב- $m = 0.1$? (8 נקודות).
- (ג) שרטט גרף של הכוח המחזיר שהקפיץ מפעיל על m כפונקציה של ההעתק ממצב שיווי המשקל. מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף ששרטטת לבין ציר ה- X בקטע שבין $X = 0.3(\text{m})$ ל- $X = -0.3(\text{m})$? (8 נקודות)
- (ד) בכמה מתוח (או מכווץ) הקפיץ, כאשר האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית שלו שווה לאנרגיה הקינטית שלו? (8 נקודות)
- (ה) העתק את הגרף הנתון בשאלה, והוסף לו גרפים של האנרגיה הקינטית ושל האנרגיה הכוללת כפונקציה של ההעתק ממצב שיווי המשקל. (4½ נקודות)

על דיסקה עגולה המוצמדת למנוע שאת תדירות הסיבוב שלו ניתן לשנות מניחים 3 מטבעות זהות במרחקים שונים מציר הסיבוב (ראה תרשים א)

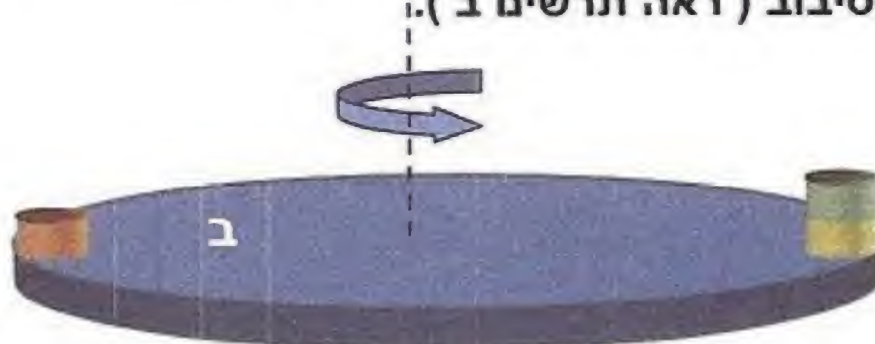


בניסוי הראשון מגדילים את תדירות הסיבוב עד שהמטבעות ניתקות מהדיסקה.

א) ציין את כל הכוחות הפועלים על אחת המטבעות בעת תנועתה מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו. (4 נק')

ב) איזו מטבע ניתקה ראשונה מהדיסקה ובאיזה כיוון היא נעה ברגע ניתוקה מהתקליט? (4 נק')

ג) בניסוי השני מדביקים שתי מטבעות האחת על השניה, ומניחים אותן בקצהו של אחד המעגלים המסומנים על הדיסקה. בקצהו האחר של אותו מעגל מניחים רק מטבע אחת, ושוב מגדילים את תדירות הסיבוב (ראה תרשים ב).



1) איזו מטבע תהיה הראשונה להתנתק- זו עם המסה הכפולה או זו הבודדת? נמק. (6 נק')

2) על איזו מטבע פעל כוח גדול יותר? נמק. (6 נק')

ד) שני אנשים עומדים על סחרחרה שרדיוסה $R=5\text{m}$, המשלימה סיבוב אחד ב-8 שניות. הראשון נימצא על שפת הסחרחרה והשני במרחק של 2.5m מציר הסיבוב (ראה תרשים ג).

1) מה ערכו המינימלי של מקדם החיכוך כדי שהאיש, הנימצא על שפתה, לא יינתק ממנה? ($4\frac{1}{3}$ נק')

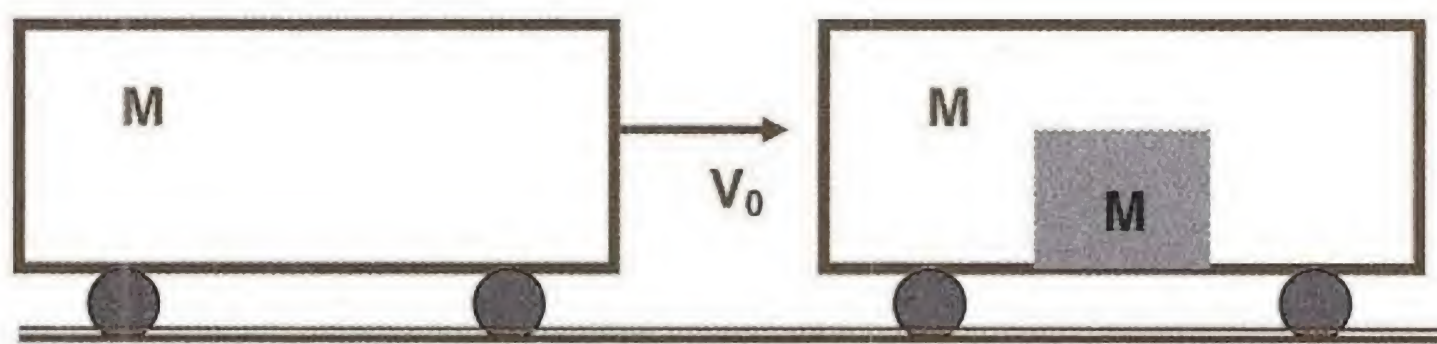
2) תאוצתו של מי גדולה יותר? פי כמה? (3 נק')

3) למי מבין שניהם מהירות קווית גדולה יותר? פי כמה? (3 נק')

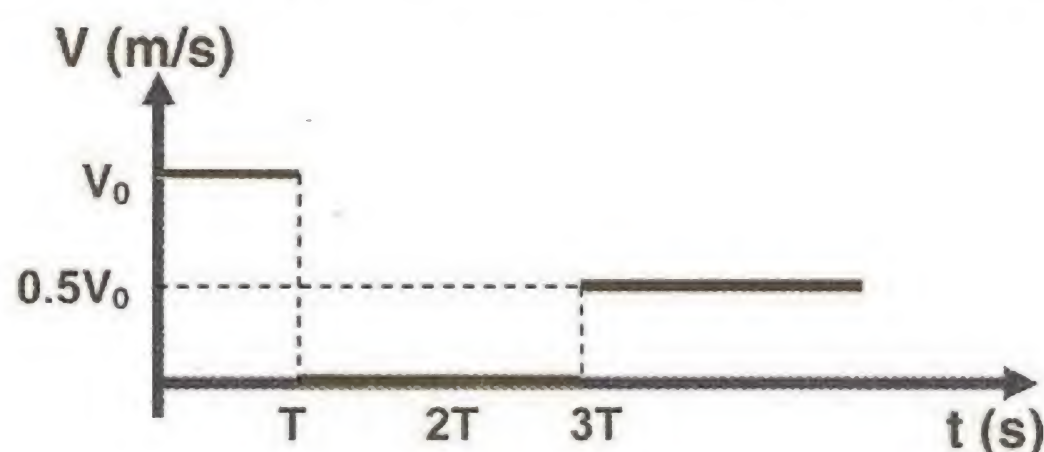
4) למי מבין שניהם מהירות זוויתית גדולה יותר? פי כמה? (3 נק')



קרון שמסתו M עומד על מסילה חלקה, כשבמרכז הקרון מונח ללא חיכוך גוף שמסתו אף היא M . קרון זהה לו בא ופוגע בו במהירות V_0 . (ראה תרשים א')



הגרף שלפניך מתאר את מהירותו של הקרון הנפגע כפונקציה של הזמן.



א. האם ההתנגשות בין הקרונות הייתה: אלסטית, פלסטית או אחרת? נמק! (6 נק')

ב. בהנחה שהשינויים במהירות הקרון נובעים מהתנגשות שלו עם הגוף שבתוכו, הסבר מדוע בפרק הזמן T לבין $3T$ הקרון הנפגע היה במנוחה. (6 נק')

ג. מה הייתה מהירות הגוף בפרק זמן זה? נמק! (6 נק')

ד. בפרק הזמן $t > 3T$ הייתה מהירות הקרון הנפגע $V_0/2$. הראה שההתנגשות בינו לבין הגוף שבתוכו הייתה פלסטית. (5 נק')

ה. בטא את האנרגיה הקינטית של הקרון ושל הגוף שבתוכו:

(1) בפרק הזמן בין $0 < t < T$. (3 נק')

(2) בפרק הזמן בין $T < t < 3T$. (3 נק')

(3) עבור $t > 3T$. (4 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 3

1 א.

$$y_1 = v_1 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

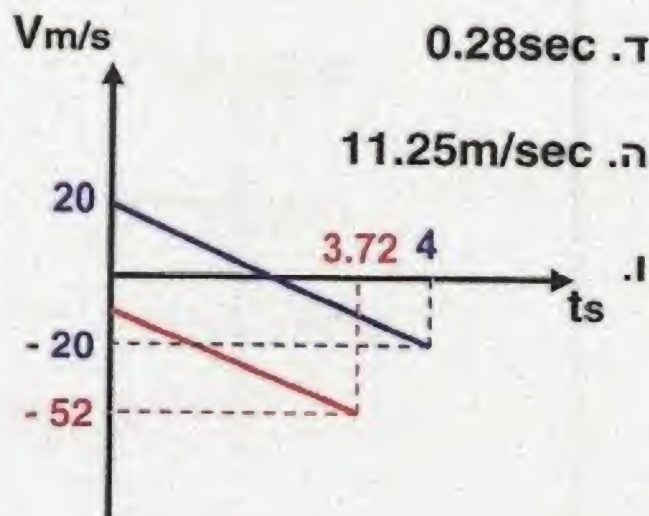
$$y_2 = H - v_2 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

ב. 3.57sec

ג. אינה משתנה 35m/s

ד. 0.28sec

ה. 11.25m/sec



2

א. מערכת א' נעה בתאוצה גדולה יותר.

ב. הכוח F_1 גדול יותר.

ג. לא.

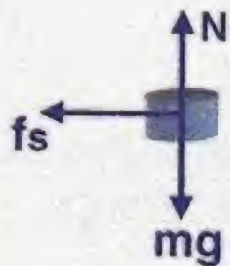
$$F_1 = (M+m)g\mu_s$$

$$F_2 = mg\mu_s(1+m/M)$$

ה. הגוף ינוע בתאוצה שונה מזו של M בכיוון תנועת M.

4

א.



ב. מטבע 3, במשיק

ג. (1) המסה הבודדת.
(2) המסה הכפולה.

ד. (1) 0.3

(2) האדם שבקצה, פי 2.

(3) האדם שבקצה, פי 2.

(4) אותה מהירות זוויתית.

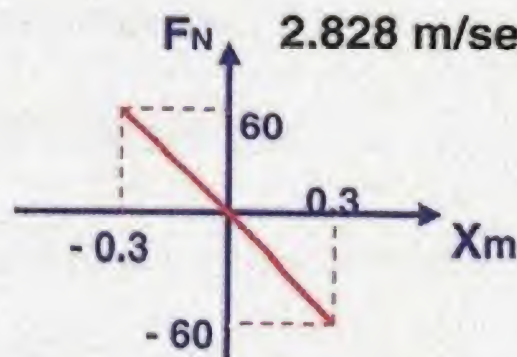
3

א. 200N/m

ב. (1) 3 m/sec

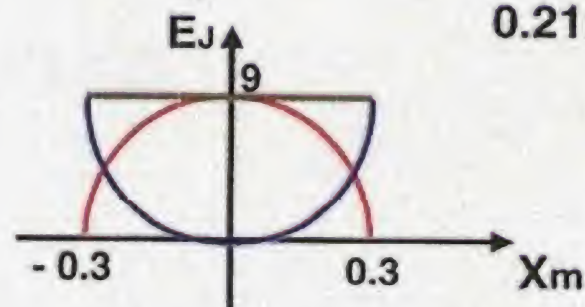
(2) 2.828 m/sec

ג.



ד. 0.21m

ה.



5

א. אלסטית.

ב. הוא התנגש אלסטית בגוף שבתוכו.

ג. V_0

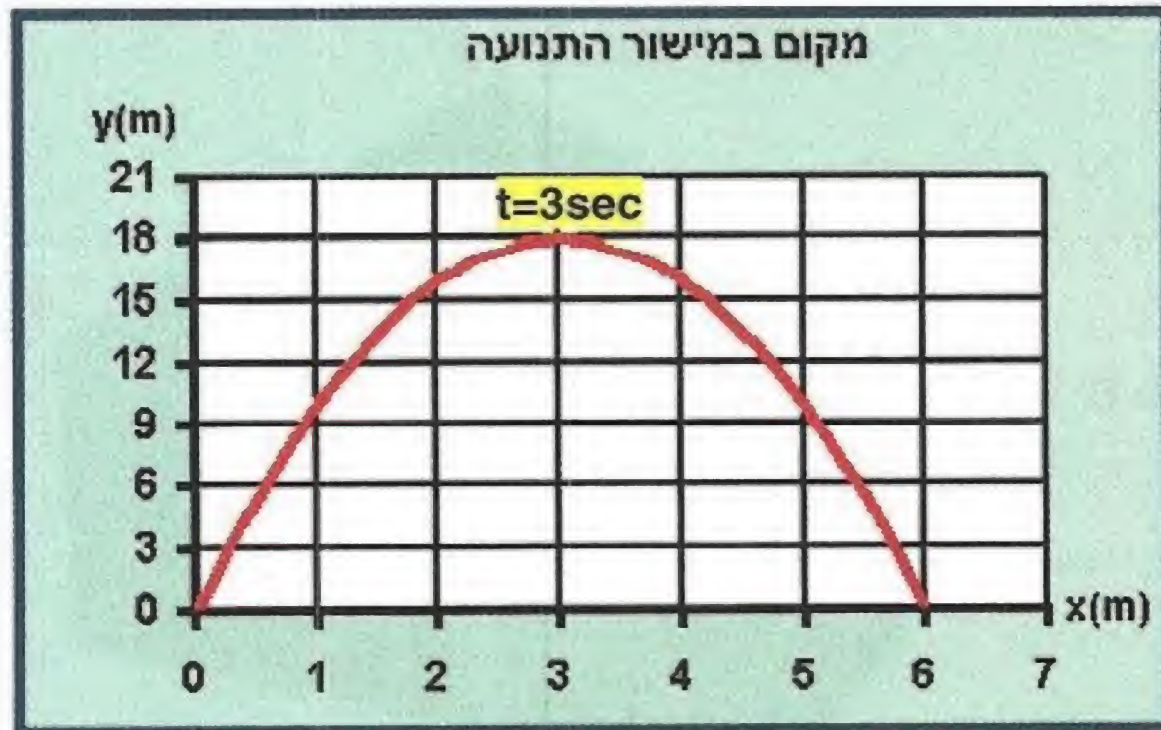
$$\frac{MV_0^2}{2} \quad (1) \quad \frac{MV_0^2}{2} \quad (2)$$

$$\frac{MV_0^2}{4} \quad (3)$$

מבחן מספר 4

1

בניסוי שנערך על פני כוכב לכת דמיוני נזרק גוף במהירות התחלתית שגודלה V_0 וכיוונה יוצר זווית α מעל הכיוון האופקי. התרשים שלפניך מתאר את מקומו של הגוף במישור התנועה. מישור התנועה מתואר על ידי ציר ה-x וציר ה-y.



א. 1. איזה מרחק אופקי עובר הגוף במשך זמן זה? (3 נק')

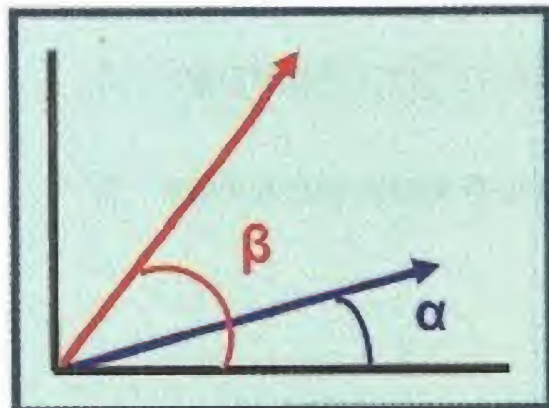
2. מהו הגובה המרבי אליו מגיע הגוף? (3 נק')

ב. מצא את תאוצת הנפילה החפשית על פני כוכב הלכת. (8 נק')

ג. מה היתה מהירותו ההתחלתית של הגוף (גודל וכיוון)? (8 נק')

מאותה נקודה ממנה נזרק הגוף הראשון זורקים גוף שני במהירות שגודלה שווה לזה שמצאת בסעיף ג', אך הפעם כיוונה יוצר זווית גדולה יותר מעל לכיוון האופקי ($\alpha < \beta$) (ראה תרשים).

ד. האם ישתנה כל אחד מהגדלים 1 - 3 שלפניך? נמק עבור כל גודל בנפרד מהו השינוי:

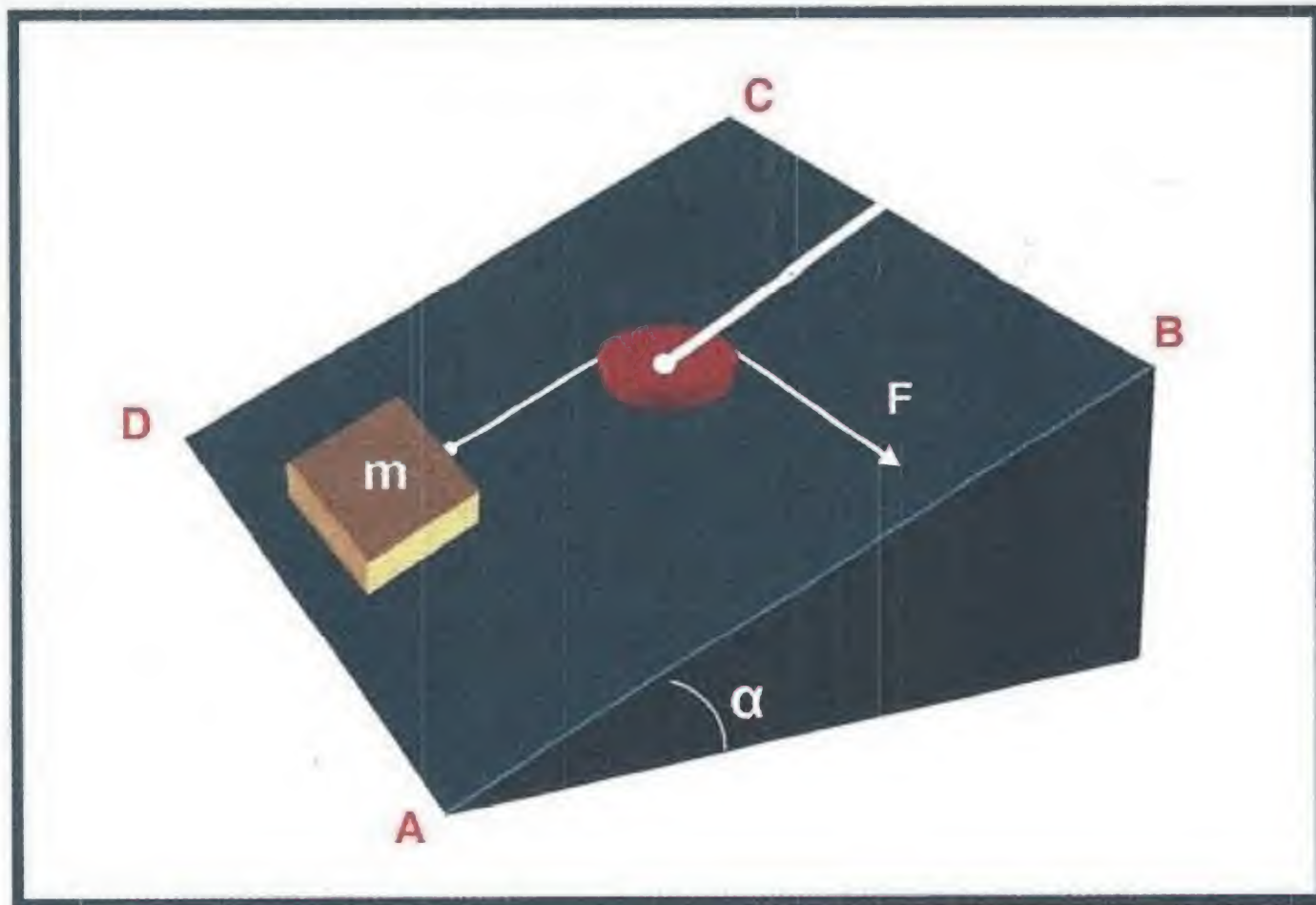


1. המרחק האופקי. (5 1/3 נק')

2. הגובה המרבי. (3 נק')

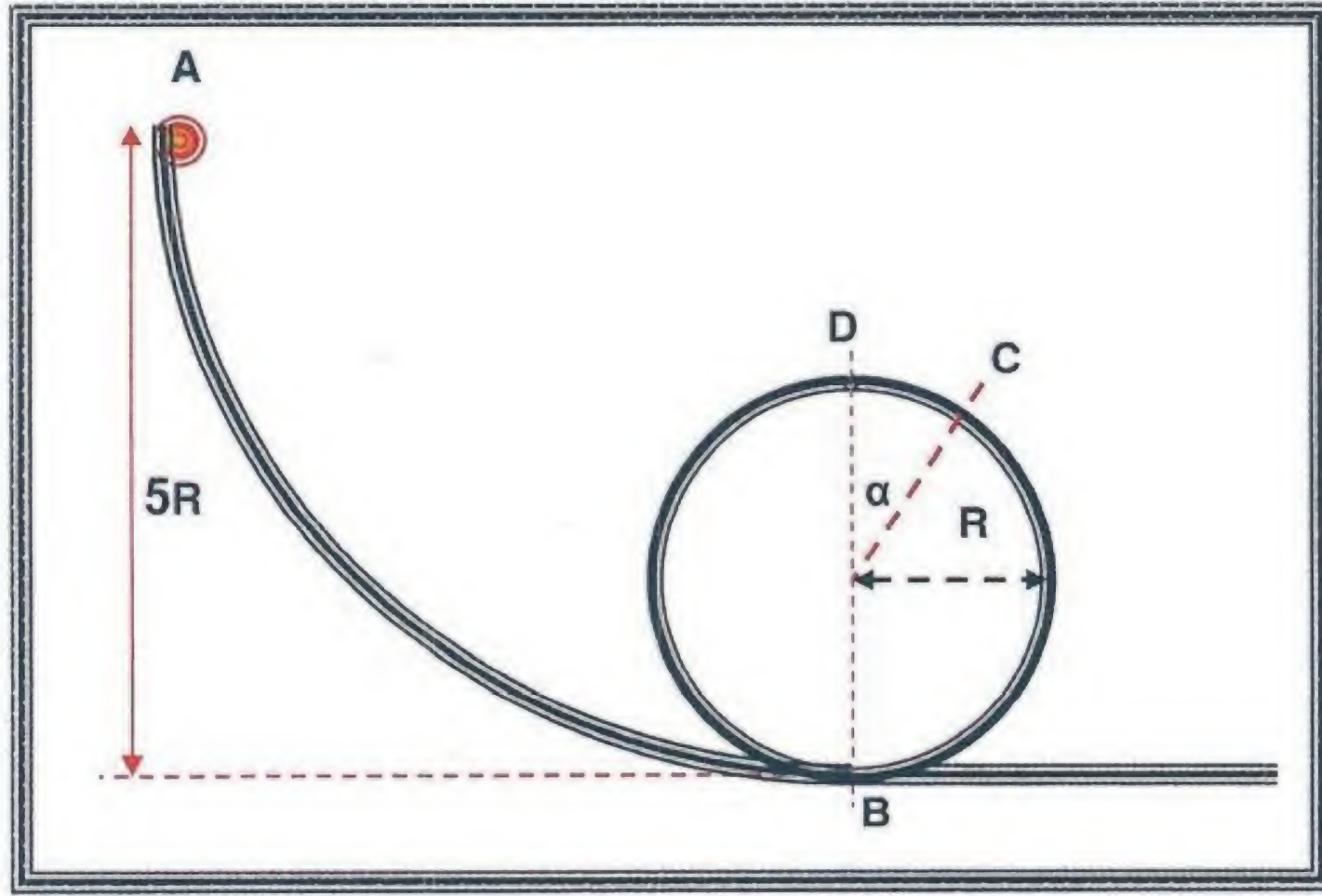
3. זמן התנועה. (3 נק')

על פני לוח מלבני ABCD הנטוי בזווית α למישור האופקי, מונח גוף שמסתו m . כוח F המקביל לצלע BC פועל על הגוף באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. הגלגלת והחוט מקבילים לצלע AB של הלוח המלבני. (ראה תרשים) נתונים: $\alpha = 37^\circ$, $m = 4(\text{kg})$, $\mu_k = 0.1$, $\mu_s = 0.6$.



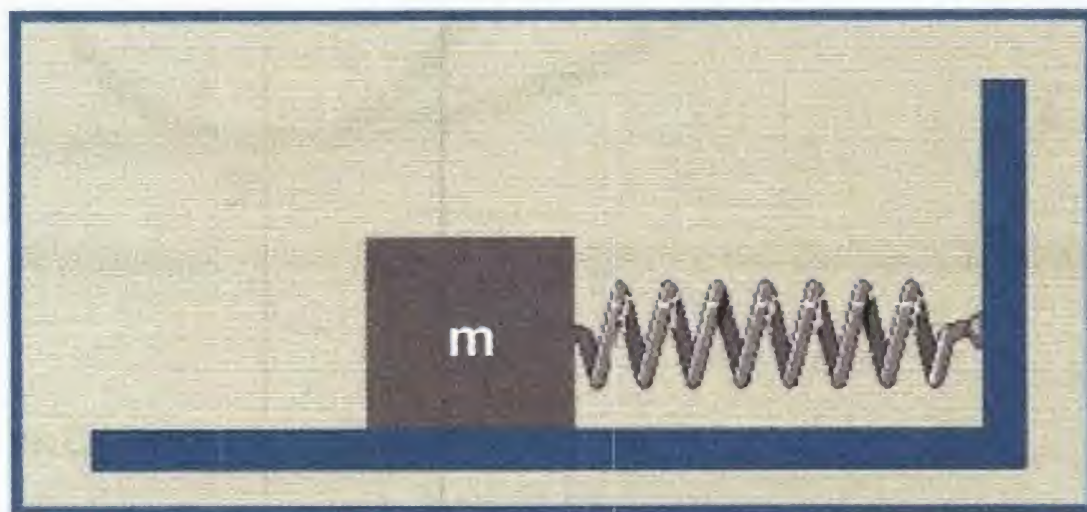
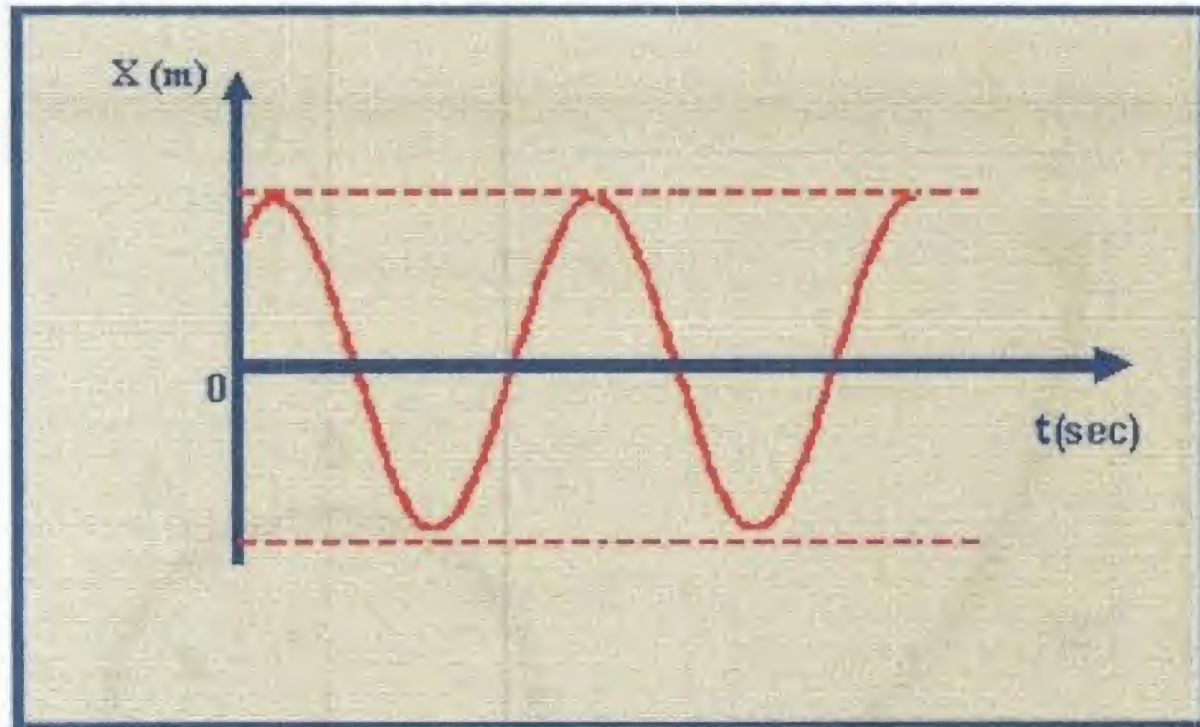
- א. מהו F_{\max} שעבורו הגוף יישאר במנוחה? (7 נק')
 - ב. מהו F_{\min} שעבורו הגוף יישאר במנוחה? (7 נק')
- בכדי להאיץ את הגוף נותנים לו דחיפה קלה בכיוון התאוצה:
- ג. מהו F עבורו הבול ינוע במעלה הלוח בתאוצה של $2(\text{m/s}^2)$? (6 נק')
 - ד. מהו F עבורו הבול ינוע במורד הלוח בתאוצה של $2(\text{m/s}^2)$? (6 נק')
- ה. תאר במילים את תנועת הגוף לאחר שהכוח F חדל לפעול:
1. כשתאוצת הגוף היתה כלפי מעלה. (3 נק')
 2. כשתאוצת הגוף היתה כלפי מטה. ($4\frac{1}{3}$ נק')

גוף קטן שמסתו m מחליק בלי חיכוך על גבי מסילה ABCD (הגוף אינו ניתק מן המסילה במהלך תנועתו). המסילה מסתיימת בקטע מעגלי זקוף שרדיוסו R . משחררים את הגוף מנקודה A הנמצאת בגובה $5R$ מעל משטח אופקי העובר דרך הנקודה B (ראה תרשים)
נתונים: α , R , m , g .



- (א) הוכח שהגוף אינו ניתק מהמסילה. (8 נק')
- (ב) מהו וקטור המהירות, גודלו וכיוונו בנקודה D? (4 נק')
- (ג) מהי התאוצה הרדיאלית בנקודה D? (4 נק')
- (ד) חשב את הגובה המינימלי h ממנו ניתן לשחרר את הגוף, כדי שהגוף לא יינתק מהמסילה המעגלית. (6 נק')
- (ה) חשב את גודל הכוח בו מעיק הגוף על המסילה כשהגוף משוחרר מהגובה h שחושב בסעיף הקודם בנקודות B ו- C. (11⅓ נק')

מסה m המחוברת לקצהו של קפיץ אופקי שקבוע הכוח שלו $K=10(\text{N/m})$ מתנודדת בתנועה הרמונית פשוטה, ותנועתה מתוארת ע"י $X=5\sin(0.8t+0.4)$ מצורף גרף איכותי של $X(t)$.



מצא את:

- א. המשרעת, זמן המחזור, התדירות וזווית המופע ההתחלתית. (8 נק')
- ב. מסת הגוף m . (6 נק')
- ג. ההעתק, המהירות והתאוצה ברגע $t=0$. (6 נק')
- ד. האנרגיה הכוללת, האנרגיה הקינטית והאנרגיה הפוטנציאלית ברגע $t=5(\text{sec})$. (8 נק')
- ה. העתק את הגרף של $X(t)$ ושרטט מתחתיו גרפים (איכותיים) של המהירות והתאוצה כפונקציה של הזמן. (5⅓ נק')

חללית שמסתה הכוללת m משוגרת אנכית מפני כדור הארץ במהירות V_0 . החללית מגיעה לגובה של $3R_E$ מפני כדור הארץ ונעצרת ריגעית. נתונים: g_0 , M_E , R_E (תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ).



א. חשב את מהירות השיגור V_0 . (7 נק')

ב. בתוך החללית תלוי על קפיץ גוף שמסתו 2kg . מהי היתארכות הקפיץ, כשהחללית נימצאת בגובה של $3R_E$ מעל פני כדור הארץ? נמק. (4 נק')

ג. מעוניינים שהחללית תיכנס למסלול מעגלי קבוע סביב כדור הארץ בגובה שאליו היא הגיעה. לצורך כך יורים מהחללית טיל.

(1) מה צריך להיות כיוון הירי של הטיל? נמק! (4 נק')

(2) מהי מהירות הטיל, אם מסתו היא 0.25m ? (8 נק')

(3) כמה אנרגיה נוספה לחללית במעבר למסלול המעגלי? (6 נק')

ד. האם תשובתך לסעיף ב' תשתנה, כאשר החללית מקיפה את הארץ בגובה של $3R_E$? נמק! ($4\frac{1}{3}$ נק')

תשובות – מבחן מספר 4

2

א. 43.2 N
 ב. 4.8 N
 ג. 35.2 N
 ד. 12.8 N
 ה. (1) ימשיך לעלות ואח"כ יירד.
 (2) יירד בתאוצה שונה.

1

א. 6m (1)
 18m (2)
 ב. 4 m/sec²
 ג. 85.23°, 12.04 m/sec
 ד. (1) יקטן
 (2) יגדל
 (3) יגדל

3

א. הוכחה
 ב. $\sqrt{6gR}$ שמאלה
 ג. 6g
 ד. 2.5 R
 ה. $N_C = 3mg(1 - \cos\alpha)$, $N_B = 6mg$

5

א. $\sqrt{1.5g_0R_E}$
 ב. 0
 ג. (1) במשיק למסלול הרצוי.
 (2) $-1.5\sqrt{g_0R_E}$
 (3) $\frac{mg_0R_E}{8}$
 ד. לא, תישאר אפס.

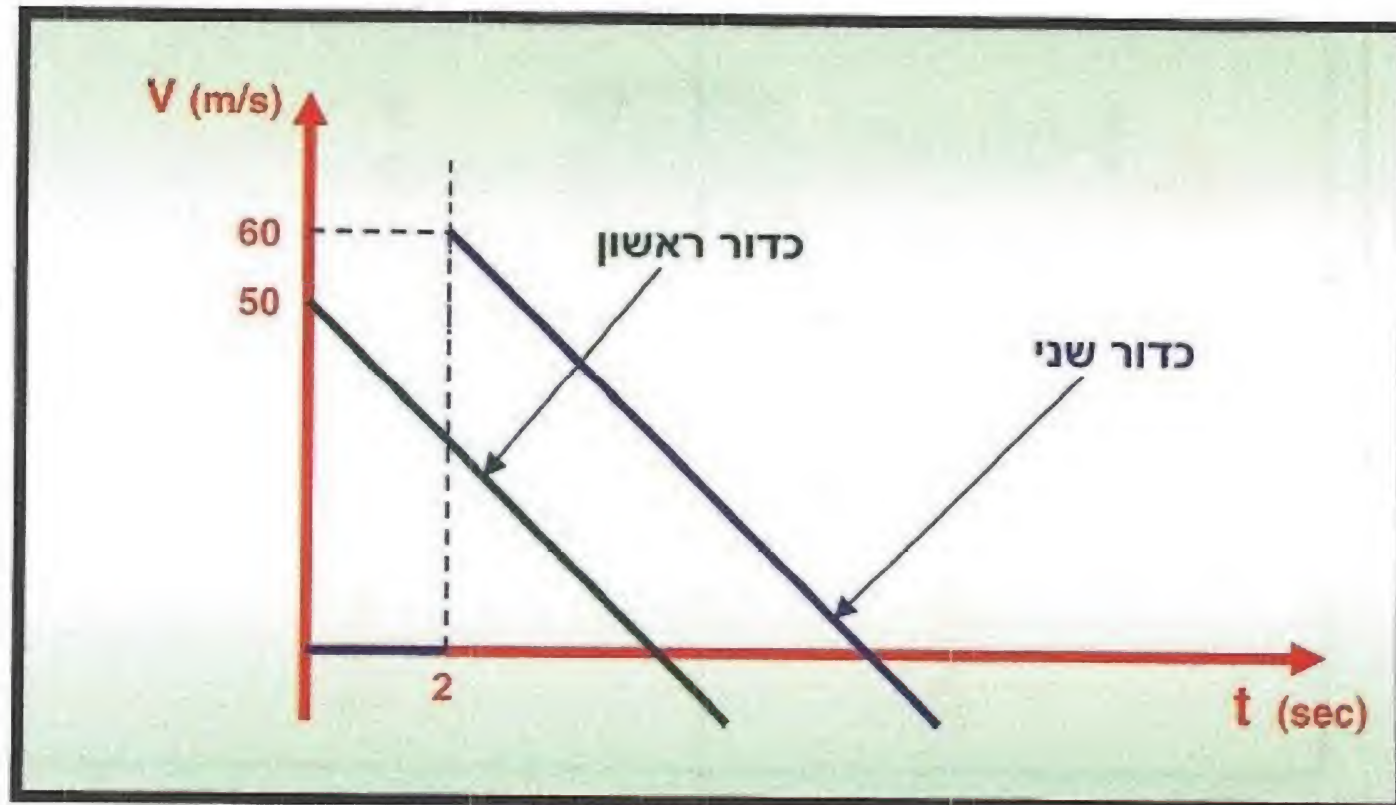
4

א. $T=7.85 \text{ sec}$, $A=5m$
 $\phi=0.4$, $F=0.127 \text{ Hz}$
 ב. 15.625 kg
 ג. $v=3.68 \text{ m/sec}$, $x=1.947 \text{ m}$
 $a=-1.246 \text{ m/sec}^2$
 ד. $E_{el}=11.3.19 \text{ J}$, $E_k=11.8 \text{ J}$
 $E_T=125J$

מבחן מספר 5

1

ברגע $t=0$ נזרק כדור ראשון מפני הקרקע אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_1 . לאחר 2 שניות נזרק כדור שני מפני הקרקע אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_2 . הגרפים שלפניך מתארים את מהירויות הכדורים מתחילת התנועה.

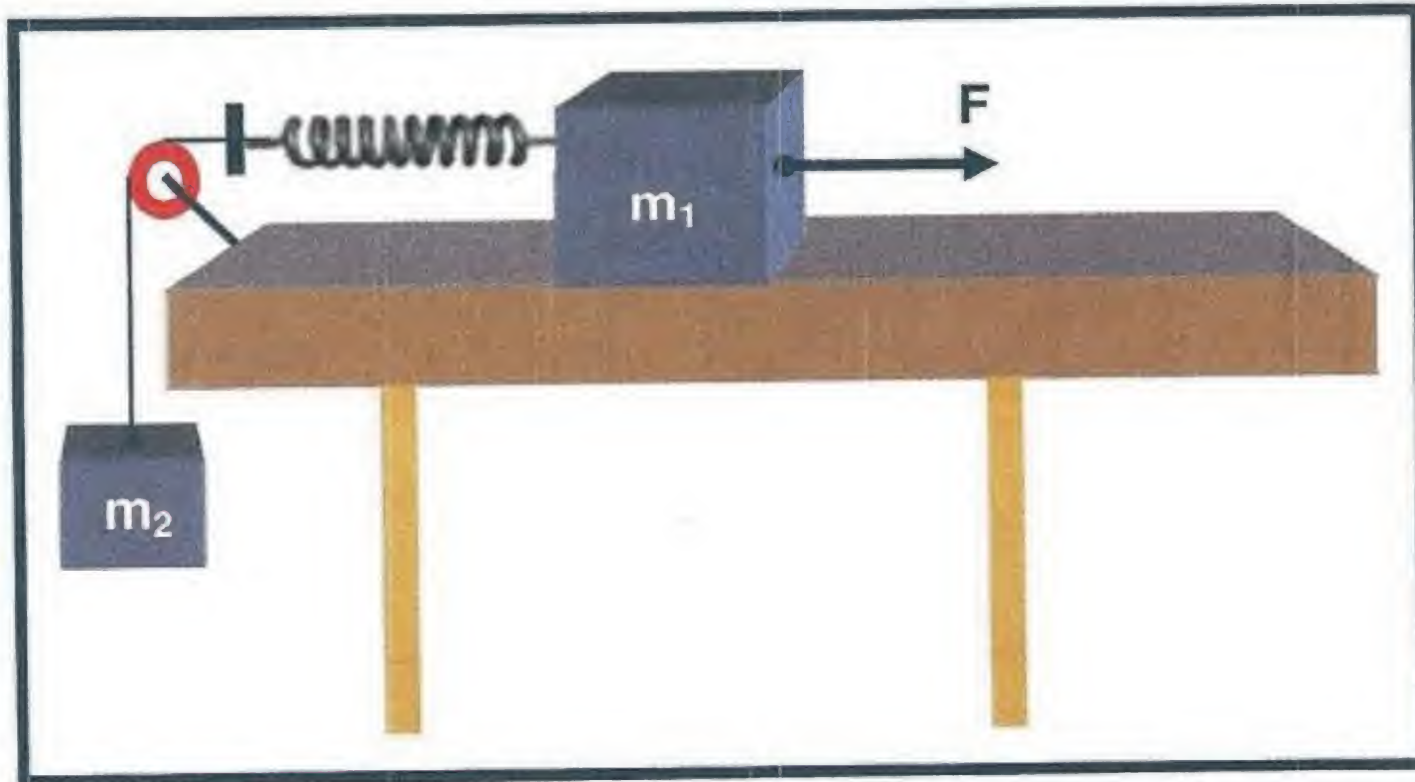


- א. רשום ביטוי ל- $V_1(t)$ המתאר את מהירות הכדור הראשון כפונקציה של הזמן. (התעלם מהתנגדות האוויר). (4 נק')
- ב. רשום ביטוי ל- $V_2(t)$ כפונקציה של הזמן החל מהרגע $t=2(s)$. (4 נק')
- ג. חשב כעבור כמה זמן מרגע $t=0$ יחלוף הכדור השני על פני הכדור הראשון. (10 נק')
- ד. חשב את המהירות היחסית בין הכדורים, ברגע שהם חולפים האחד על פני השני. (6 נק')
- ה. באיזו מהירות אנכית כלפי מעלה היה צריך לזרוק את הכדור השני, בכדי שיגיע לקרקע יחד עם הכדור הראשון? (5 1/3 נק')
- ו. על אותה מערכת צירים, סרטט גרף של $y_1(t)$ ושל $y_2(t)$, המתארים את מיקומם של הכדורים כפונקציה של הזמן מתחילת תנועת הכדורים ועד פגיעתם בקרקע. (4 נק')

2

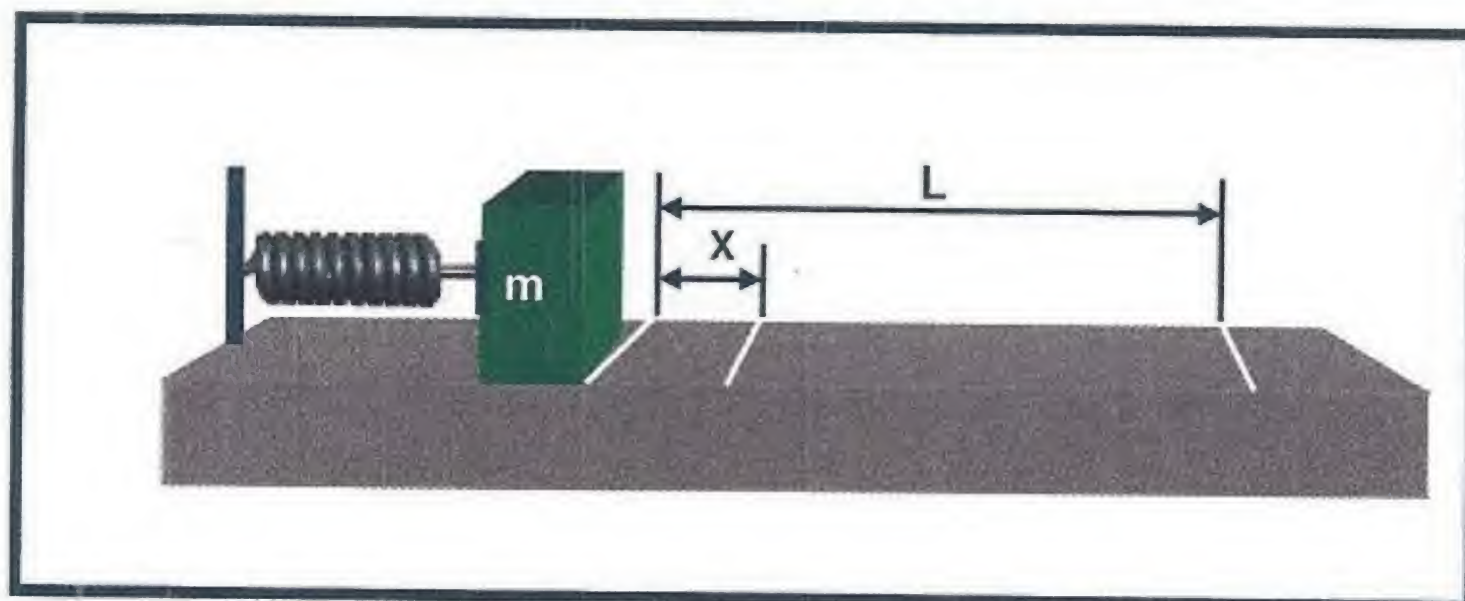
על שולחן אופקי מונח גוף שמסתו m_1 הקשור לגוף שני שמסתו m_2 באמצעות קפיץ, שקבוע הכוח שלו K וחוט הכרוך סביב גלגלת. ברגע $t=0$ מסוים כוח F מתחיל למשוך את גוף m_1 ימינה. (ראה תרשים) יש להתעלם מתנודות הקפיץ.

נתונים: $F=80(\text{N})$, $K=268(\text{N/m})$, $\mu_k=0.1$, $\mu_s=0.5$, $m_2=4(\text{kg})$, $m_1=6(\text{kg})$.



- א. חשב את תאוצת כל אחד מהבולים. (8 נק')
- ב. מה התארכות הקפיץ כשהמערכת בתנועה?
ברגע $t=2(\text{s})$ הכוח F חדל לפעול: (7 נק')
- ג. איזה מרחק תעבור המסה m_1 עד לעצירתה הריגעית? (9 נק')
- ד. האם לאחר עצירתה המערכת תתחיל לנוע לכיוון השני?
אם לא – נמק מדוע.
אם כן – חשב מה תהיה מידת התארכותו של הקפיץ כאשר המערכת תנוע שוב. (9 1/3 נק')

בסידרת ניסויים למציאת מקדם החיכוך הקינטי μ בין גוף שמסתו $m=50(\text{gr})$ לבין השולחן, מצמידים את הגוף לקפיץ אופקי שקבוע הכוח שלו $K=10(\text{N/m})$. לאחר שהקפיץ מכווץ בשיעור X משחררים אותו, והבול נהדף מרחק L עד שנעצר. בכל ניסוי מידת הכיווץ של הקפיץ היא אחרת. (ראה תרשים)



תוצאות המדידה רשומות בטבלה שלפניך:

$X(\text{m})$	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
$L(\text{m})$	0.08	0.33	0.75	1.33	2

א) סרטט גרף של L כפונקציה של X^2 . (5 נק')

ב) בלי להסתמך על תוצאות המדידות, כתוב שיוויון המתאר את הקשר בין L לבין X^2 , והסבר מדוע השיוויון שכתבת מתאים לצורת הקו שבגרף. (12 נק')

ג) חשב את שיפוע הגרף וציין את היחידות של השיפוע ואת המשמעות הפיזיקלית שלו. (7 נק')

ד) על סמך השיוויון שכתבת והגרף שבנית חשב את מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף לבין השולחן. (6 נק')

ה) כיצד משפיע גודל המסה על השגיאה היחסית של מדידת המרחק L ? (3 1/3 נק')

קרונית פתוחה שמסתה M נוסעת על מישור אופקי חלק במהירות V_0 .
 גשם יורד אנכית כלפי מטה במאונך לקרקע, והקרונית מתמלאת במשך הזמן במים
 (מסת המים m).
 נתונים: V_0, m, M .

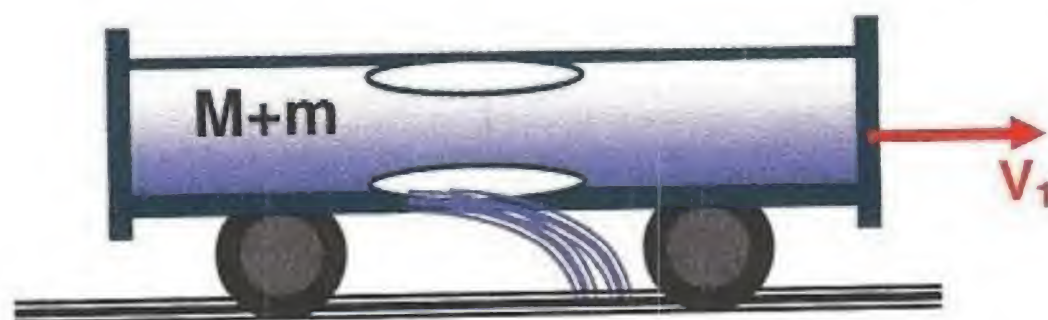


א. (1) האם מהירות הקרונית גדלה, קטנה או לא משתנה? נמק! (5 נק')

(2) האם תנע הקרונית גדל, קטן או לא משתנה? נמק! (5 נק')

ב. הגשם פסק ומסת המים בקרונית היא m .
 בטא את מהירות הקרונית V_1 ואת התנע שלה בשלב זה. (8 נק')

ג. כאשר הקרונית מלאה במים (המסה $M+m$) וממשיכה לנוע
 במהירות V_1 , פותחים פתח בתחתיתה, והמים מתחילים להשפך
 מהתחתית (אין גשם):



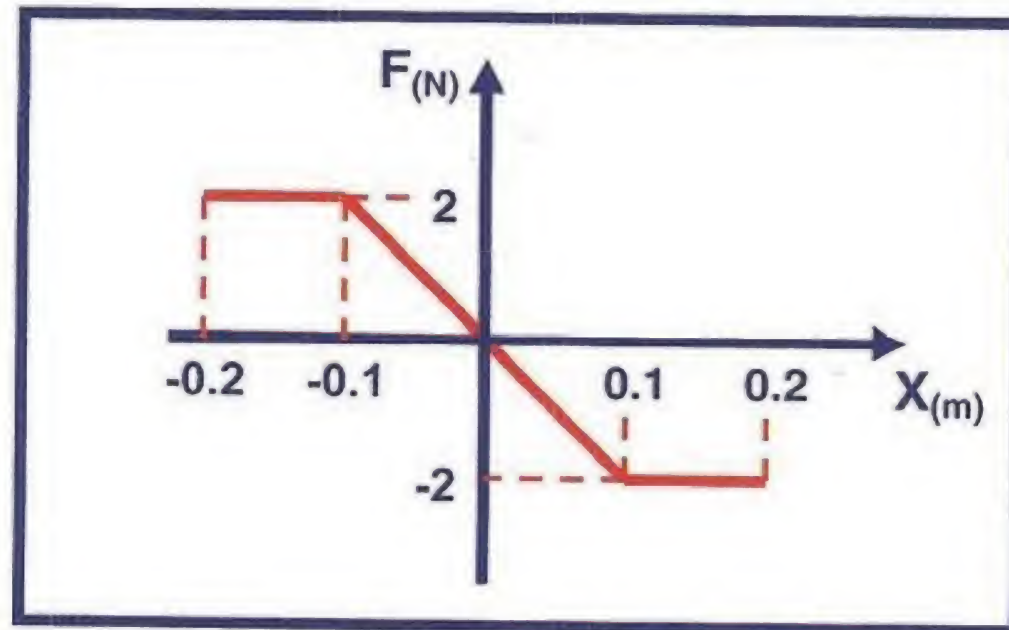
(1) האם מהירותה של הקרונית גדלה, קטנה או לא משתנה? נמק! (5 נק')

(2) האם התנע של הקרונית גדל, קטן או לא משתנה? נמק! (5 נק')

ד. מה קורה כאשר הקרונית נוסעת כמו בסעיף א' וגשם יורד אנכית.
 כאשר הצטברה בקרונית מסה m של מים, פותחים פתח בקרקעית
 והמים יוצאים כלפי מטה בקצב השווה לקצב הצטברותם?
 (מסת הקרונית והמים קבועה) (5 1/3 נק')



הגרף שלפניך מתאר את הכוח הפועל על חלקיק שמסתו $m=0.5(\text{kg})$ כפונקציה של ההעתק שלו ממצב שיווי המשקל. ברגע $t=0$ החלקיק משוחרר ממנוחה כאשר $X=0.2\text{m}$.



א. תאר במילים את סוג התנועה שמבצע החלקיק. חלק את התנועה לקטעים שונים בהתאם להעתקי החלקיק. (5 נק')

ב. לאחר כמה זמן מרגע שחרורו יגיע החלקיק ל-
 $X=0.1\text{m}$ (1) $X=0\text{m}$ (2) $X=-0.1\text{m}$ (3) (9 נק')

ג. כעבור כמה זמן מרגע שחרורו יחזור החלקיק למקום ממנו שוחרר? ($4\frac{1}{3}$ נק')

ד. מהי מהירות החלקיק לאחר שחרורו כאשר:
 $X=0.1\text{m}$ (1) $X=0\text{m}$ (2) $X=-0.1\text{m}$ (3) (9 נק')

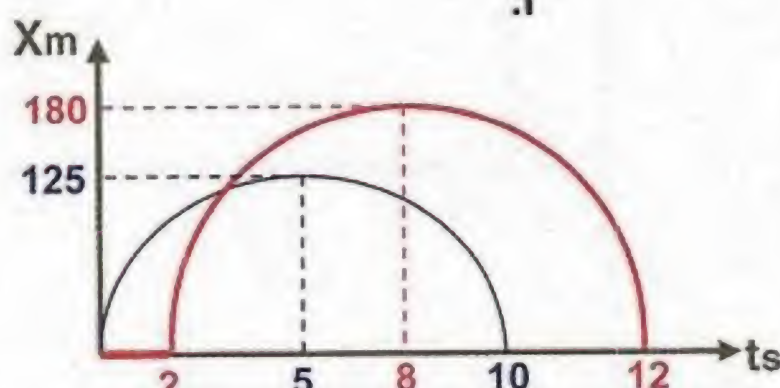
ה. שרטט גרף של התאוצה כפונקציה של הזמן מרגע שחרורו של החלקיק עד חזרתו לנקודת מוצאו. (6 נק')

תשובות – מבחן מספר 5

2

א. 3.4 m/sec^2
 ב. 0.2 m
 ג. 5 m
 ד. 0.098 m , כן

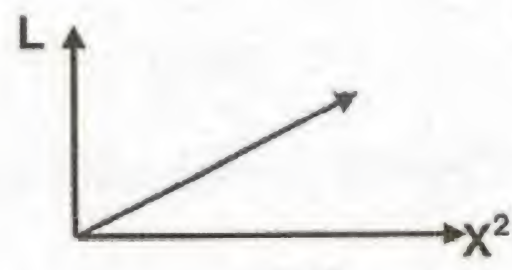
1

א. $V_1 = 50 - gt$
 ב. $V_2 = 60 - g(t-2)$
 ג. 4.66 sec
 ד. 30 m/sec
 ה. 40 m/sec
 ו. 

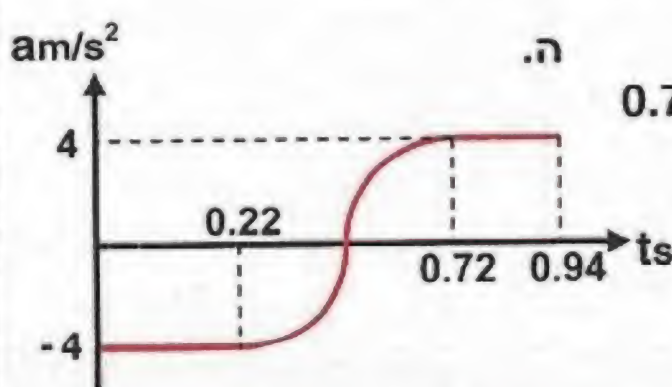
4

א. (1 קטנה 2) לא משתנה.
 ב. $V_1 = \frac{M}{M+m} \cdot V_0$
 ג. (1) לא משתנה.
 ד. (2) לא משתנה.
 ד. מהירותו קטנה.

3

א. 
 ב. $\frac{KX^2}{2} = mg\mu_k \cdot L$
 ג. $\frac{K}{2mg\mu_k}$, 32 1/m
 ד. 0.3
 ה. ככל שהמסה גדולה יותר, כוח החיכוך גדל, המסה תעבור מרחק קטן יותר, והשגיאה היחסית תגדל.

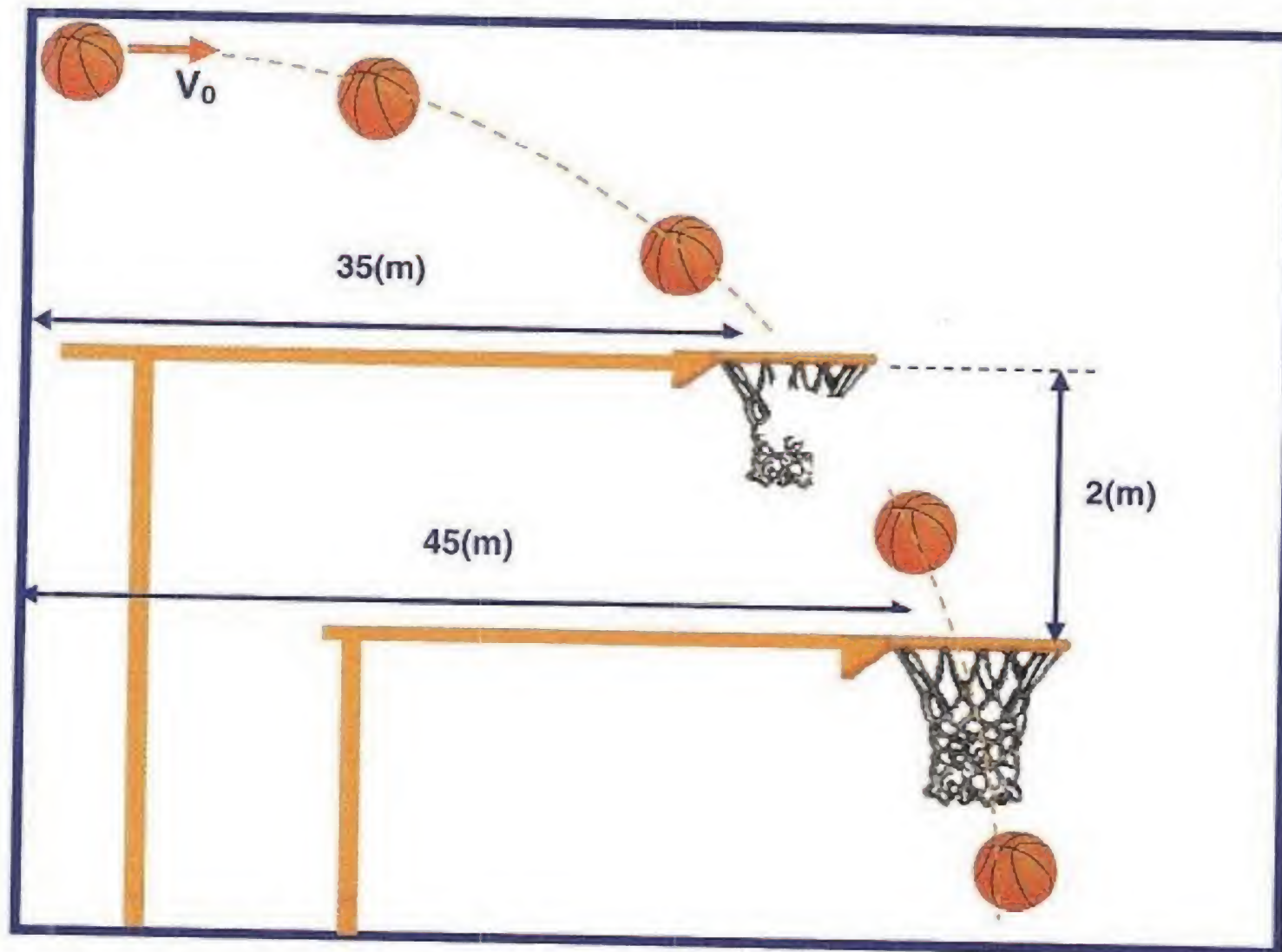
5

א. תנועה בתאוצה קבועה: $-0.2 < x < -0.1$
 תנועה הרמונית: $-0.1 < x < 0.1$
 ב. (1) 0.22 sec (2) 0.47 sec (3) 0.72 sec
 ג. 1.88 sec
 ד. (1) $\pm 0.88 \text{ m/sec}$ (2) $\pm 1.095 \text{ m/sec}$ (3) $\pm 0.88 \text{ m/sec}$
 ה. 

מבחן מספר 6

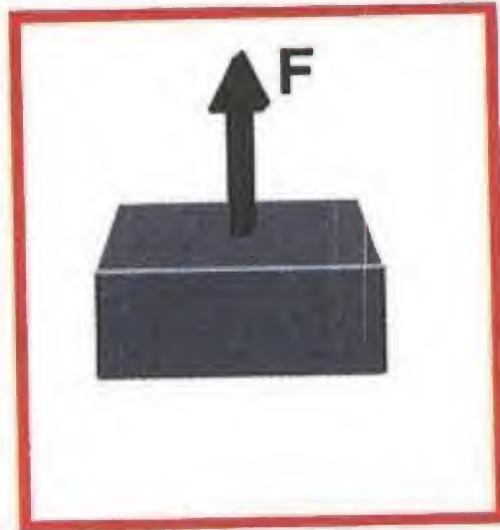
1
כדור-סל ניזרק אופקית במהירות התחלתית V_0 . לשם מדידת מהירות הכדור הועמדו שני סלים, שהפרש הגבהים ביניהם הוא $2(m)$. המרחק האופקי של הסל העליון ממקום הזריקה הוא $35(m)$, והמרחק האופקי של הסל התחתון ממקום הזריקה הוא $45(m)$. (ראה תרשים)

הכדור חודר דרך שני הסלים.

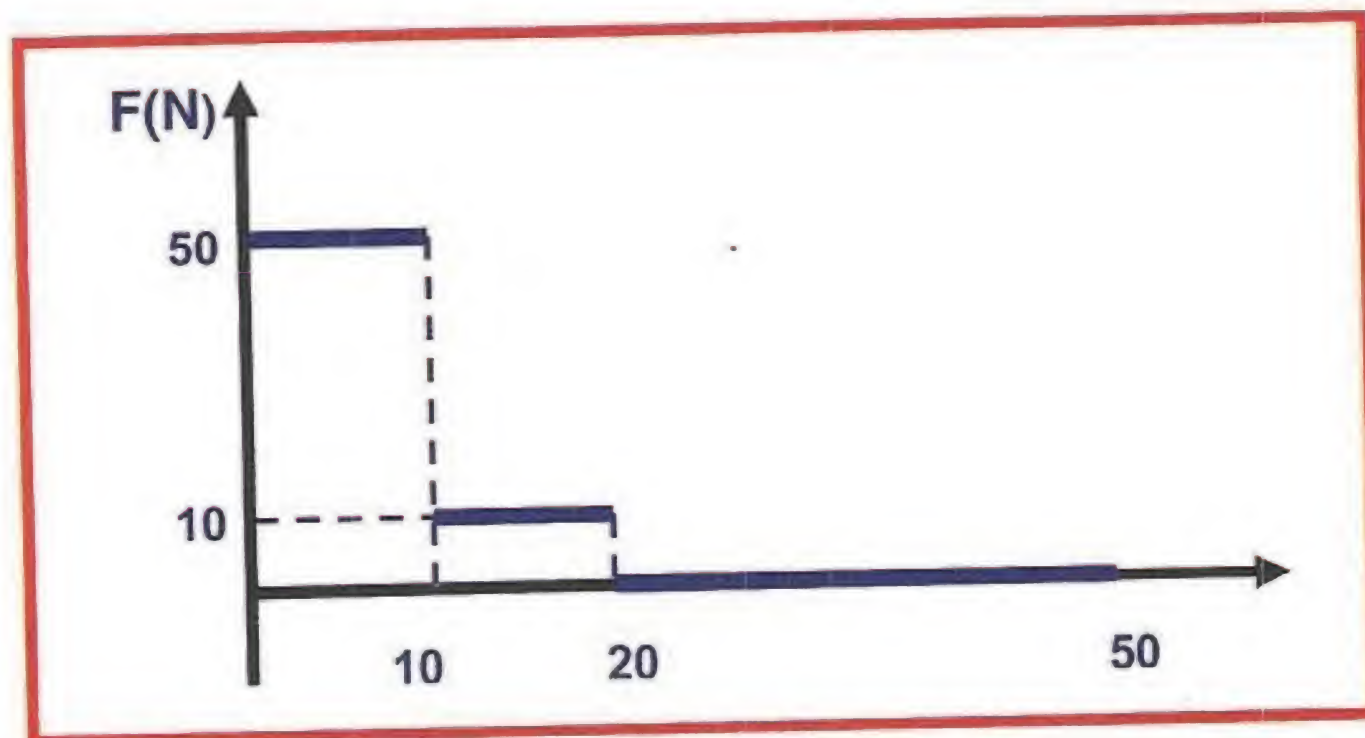


- א. חשב את המהירות ההתחלתית V_0 של הכדור. (12 נק')
- ב. מאיזה גובה מעל לסל העליון ניזרק הכדור? (7 נק')
- ג. כמה זמן חלף מרגע זריקת הכדור עד לרגע חדירתו לסל התחתון? (7 נק')
- ד. מהי מהירות הכדור (גודל וכיוון) ברגע חדירתו דרך הסל התחתון? ($7\frac{1}{3}$ נק')

כוח F מרים גוף שמסתו $m=2(\text{kg})$ ישירות כלפי מעלה. בתחילת פעולת הכוח הגוף היה במנוחה. בחישובך הזנח את התנגדות האוויר.



הגרף הבא מתאר את השתנות הכוח F כפונקציה של הזמן. (הכיוון מעלה נבחר כחיובי).



א. ערוך תרשים כוחות הפועלים על הגוף עבור כל אחד משלושת השלבים של תנועתו, וחשב את התאוצה בכל שלב. (9 נק')

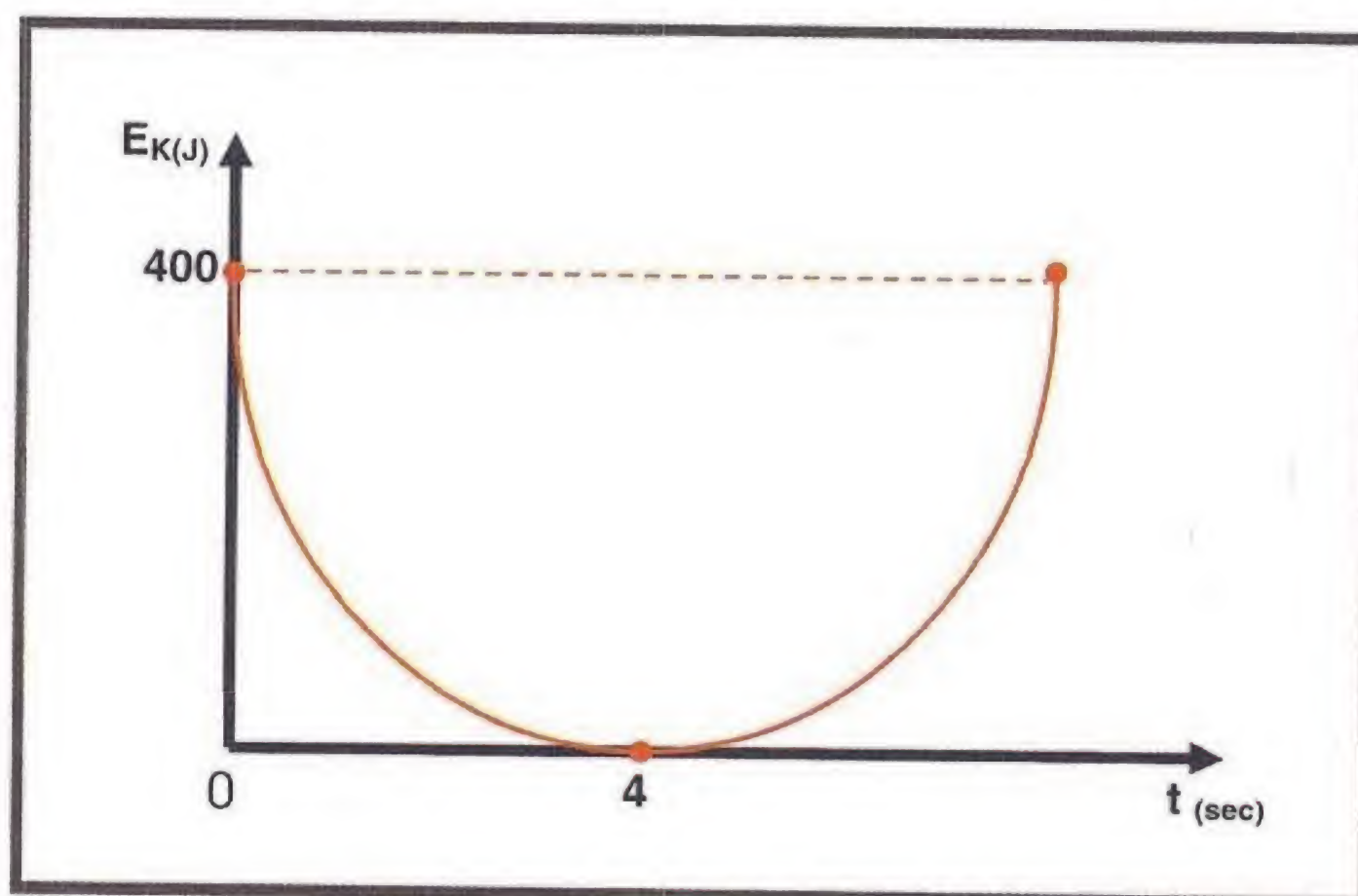
ב. סרטט גרף של המהירות כפונקציה של הזמן עבור 50 שניות ראשונות של תנועתו. (8 נק')

ג. האם במהלך תנועתו הגוף שינה את כיוון תנועתו?
אם כן – מתי זה קרה, וכמה מטרים עלה עד אז הגוף?
אם לא – חשב כמה מטרים עלה הגוף. (6 נק')

ד. מה היתה מהירותו הממוצעת של הגוף ב-50 השניות הראשונות של תנועתו? (5 נק')

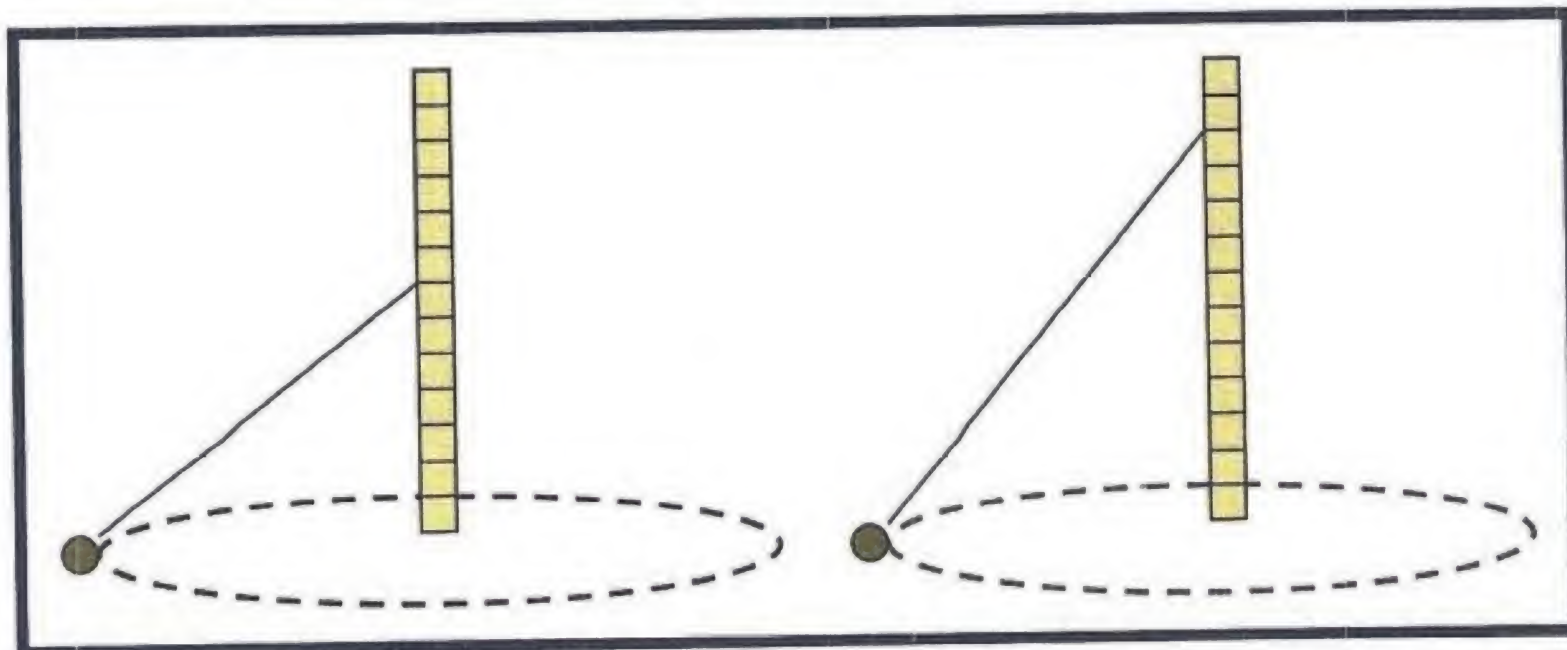
ה. כעבור כמה זמן מהרגע $t=50(\text{s})$ היה חוזר הגוף למקום מוצאו, בהנחה שהכוח F עדיין שווה לאפס? (5 1/3 נק')

כדור שמסתו $m=0.5(\text{kg})$ ניזרק כלפי מעלה. מישור הייחוס נבחר בנקודת הזריקה. הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה הקינטית של הכדור כפונקציה של הזמן.



- א) כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מגיע הכדור לשיא הגובה, ומה גודל המהירות בה נזרק הכדור? (8 נק')
- ב) חשב את הגובה אליו הגיע הכדור. (6 נק')
- ג) שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה עד לרגע חזרתו לנקודת הזריקה (ציין ערך מרבי של האנרגיה וזמן תנועה כולל). (6 נק')
- ד) חשב את עבודת כוח הכובד:
- 1) מרגע הזריקה עד הגיעו לשיא הגובה. (4 נק')
 - 2) מרגע הזריקה עד שהכדור בגובה של 60m מעל לקרקע כשהוא נימצא בדרכו חזרה. (4 נק')
- ה) האם נקודות החיתוך של הגרף הנתון עם הצירים ישתנו אם נזרוק באותה המהירות כדור שמסתו כפולה על הירח? אם לא – נמק מדוע. אם כן – מה יהיה השינוי? (5 1/3 נק')

תלמיד ערך ניסוי לאימות הביטוי עבור הכוח הצנטריפטלי בעזרת מטוטלת קונית. התלמיד שרטט על דף נייר מעגל בעל רדיוס של 30 ס"מ והדביק אותו לריצפה. במרכז המעגל הוא מיקם סרגל כך שהוא יהיה זקוף. (ראה תרשים א)



בכל פעם הוא מדד גובה מסוים h מעל לריצפה, ומשך חוט מגובה זה עד לקצהו של המעגל. התלמיד היקנה למסה הקשורה לחוט מהירות התחלתית, והגוף נע במסלול מעגלי אופקי.

תוצאות המדידות של זמן המחזור כפונקציה של h נתונות בטבלה הבאה:

$h(m)$	0.2	0.4	0.6	0.8	1
$T(sec)$	0.88	1.25	1.54	1.77	1.98
$T^2(sec^2)$	0.79	1.58	2.37	3.15	3.94

(א) בלי להסתמך על תוצאות המדידות הוכח את הקשרים:

$$F_{(R)} = \frac{m \cdot g \cdot R}{h} \quad (1)$$

$$F_{(R)} = \frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot R}{T^2} \quad (2)$$

(12 נק')

(ב) שרטט גרף של T^2 כפונקציה של h . (5 נק')

(ג) האם צורת הקו שבגרף מתאימה לקשרים אותם הוכחת בסעיף א'? נמק. (5 נק')

(ד) כיצד היו משתנות תוצאות הניסוי אילו:

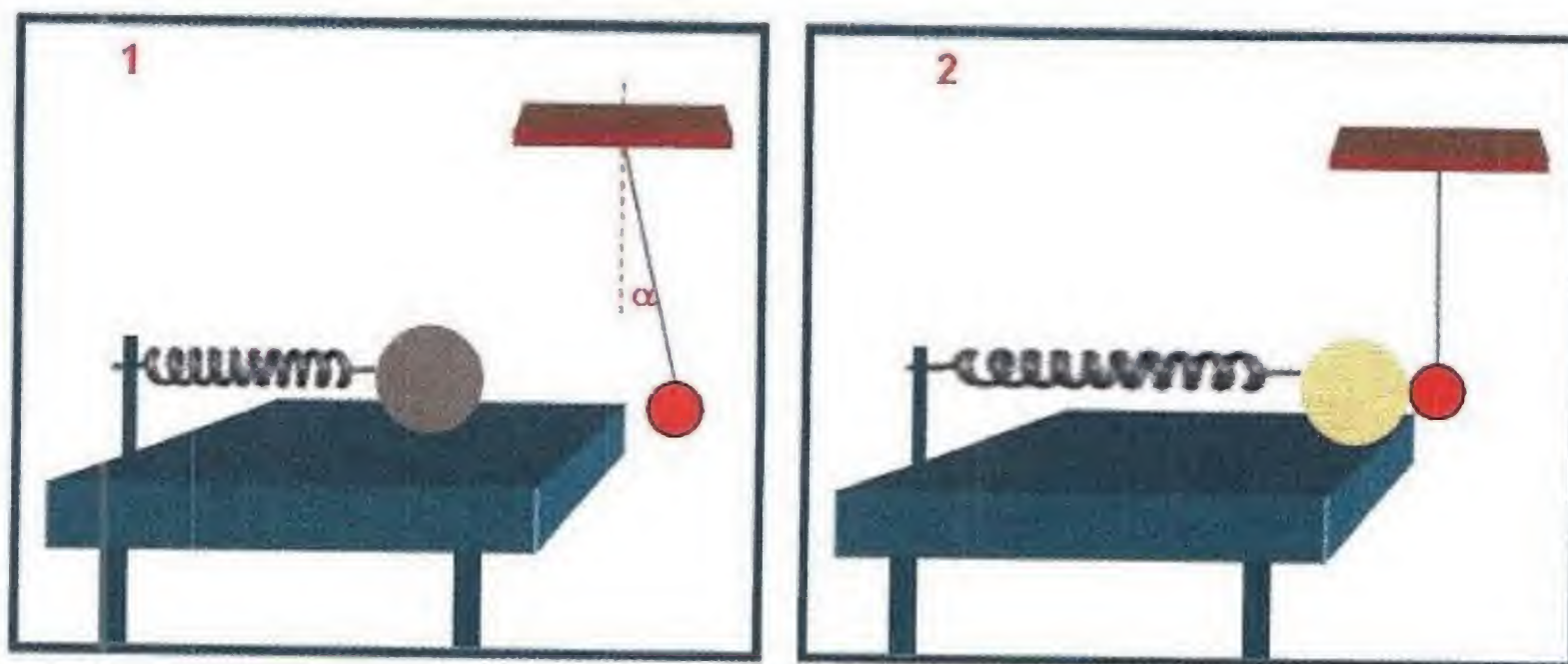
(1) רדיוס המסלול היה גדול יותר? ($3\frac{1}{3}$ נק')

(2) מסת הגוף היתה כפולה? (2 נק')

(ה) ידוע שמסת הגוף היא $m=50(g)$, ורדיוס התנועה הוא $R=30(cm)$ עבור הגובה $h=40(cm)$ חשב את $F(R)$ לפי שני הקשרים שהוכחת בסעיף א'. (6 נק')

מטוטלת מתמטית מורכבת מכדור קטן שמסתו m , המחובר לקצהו התחתון של חוט, כשקצהו העליון של החוט תלוי מנקודה קבועה. מסיטים את החוט בזווית קטנה α ומשחררים את הכדור ממנוחה. באותו הרגע משחררים ממנוחה כדור שני שמסתו m , המחובר לקפיץ שקבוע הכוח שלו K כאשר הקפיץ מכווץ במידה A . (ראה תרשים 1) שני הכדורים מתנגשים בדיוק בקצה השולחן. (ראה תרשים 2)

נתונים: K, A, g, α, m . הזנח את החיכוך ואת מסת החוט.



- א. כעבור כמה זמן מרגע שחרור הגופים תתרחש ההתנגשות? (6 נק')
- ב. מהו אורך החוט של המטוטלת? (6 נק')
- ג. מהי מהירות כל אחד מהכדורים כהרף עין לפני ההתנגשות? (8 נק')
- ד. אם ההתנגשות בין הכדורים היא אלסטית, מה תהיה משרעת התנודות החדשה של הכדור המחובר לקפיץ? (8 נק')
- ה. כעבור כמה זמן מרגע ההתנגשות הראשונה תתרחש ההתנגשות השנייה, אם בכלל? נמק! (5 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 6

1

א. 44.72 m/sec

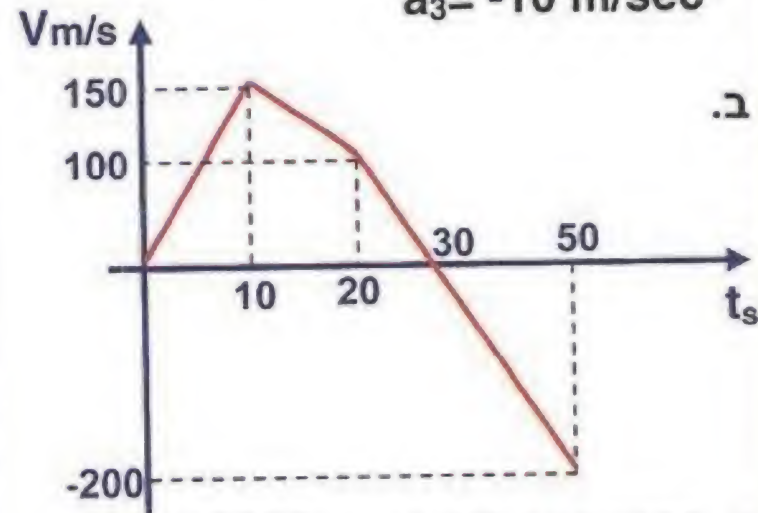
ב. 3.06 m

ג. 1 sec

ד. 12.6°, 45.825 m/sec

2

א. $a_2 = -5 \text{ m/sec}^2$, $a_1 = 15 \text{ m/sec}^2$
 $a_3 = -10 \text{ m/sec}^2$



ב. ג. ברגע $t = 30 \text{ sec}$, 2500 m

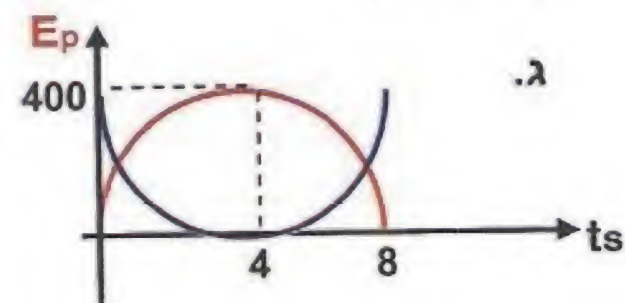
ד. 10 m/sec

ה. 2.36 sec

3

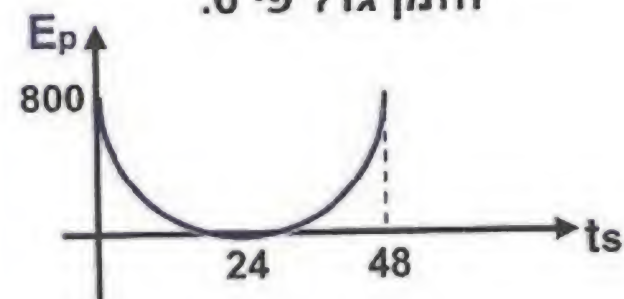
א. 40 m/sec, 4 sec

ב. 80 m



ד. 1) -400 J, 2) -300 J

ה. האנרגיה גדלה פי 2, הזמן גדל פי 6.



5

א. $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{K}}$

ב. $\frac{mg}{K}$

ג. $g \sqrt{\frac{2m}{k} (1 - \cos \alpha)}$, $A \sqrt{\frac{K}{m}}$

ד. $A = \frac{mg}{K} \sqrt{2 \cdot (1 - \cos \alpha)}$

ה. $\pi \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$ זמן המחזור אינו תלוי במהירויות ההתחלתיות.

4

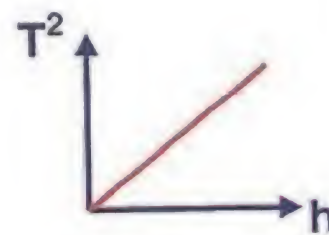
א. הוכחה

ב. -

ג. כן

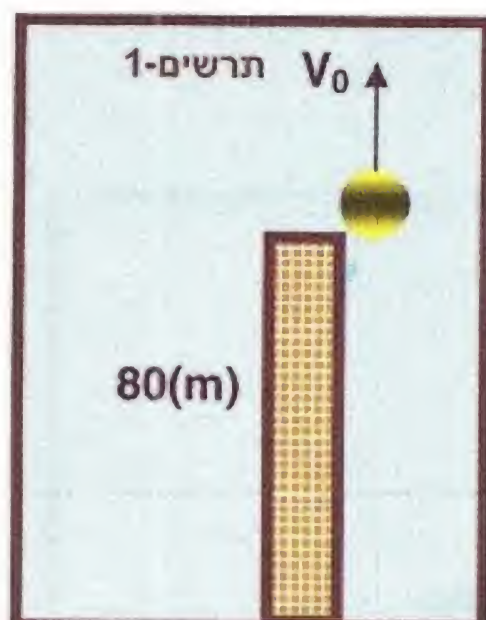
ד. זמן המחזור לא היה משתנה.

ה. 0.375 N



מבחן מספר 7

1

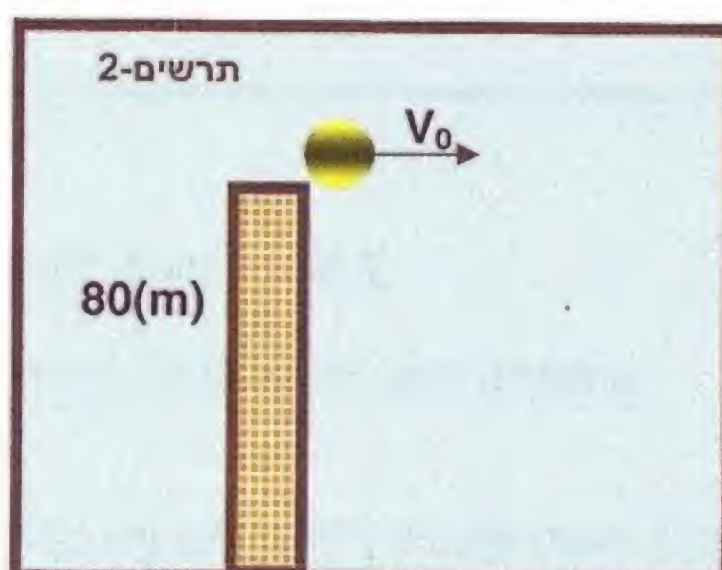
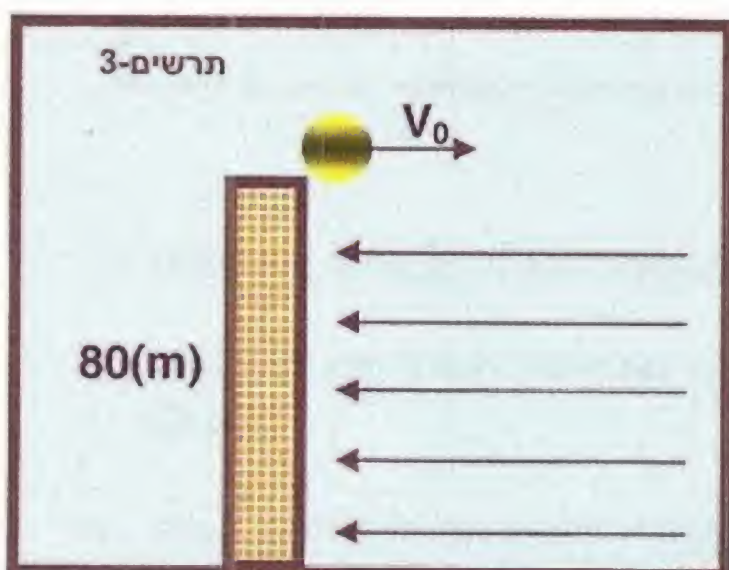


מקצה מגדל שגובהו $h=80(m)$ נזרק כדור זקופות כלפי מעלה במהירות התחלתית של $V_0=40(m/s)$. (תרשים 1)

א. לאיזה גובה מקסימלי מעל לקרקע יגיע הכדור, וכעבור כמה זמן יגיע לגובה זה? (התעלם מהתנגדות האוויר). (6 נק')

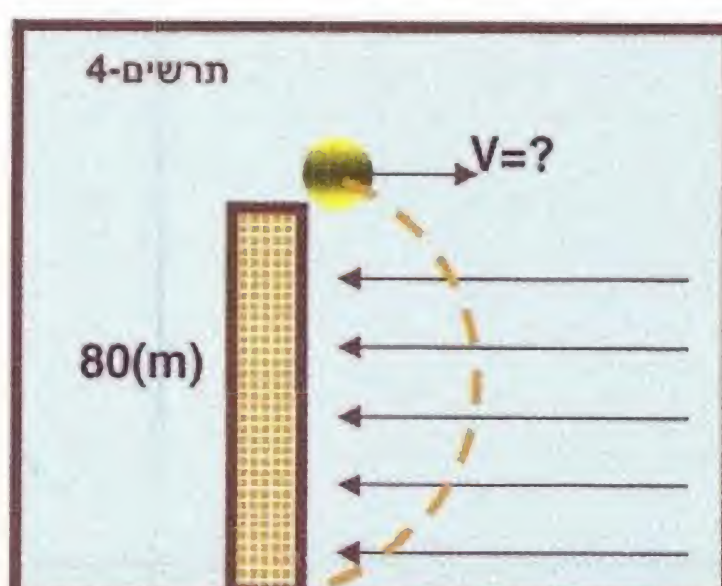
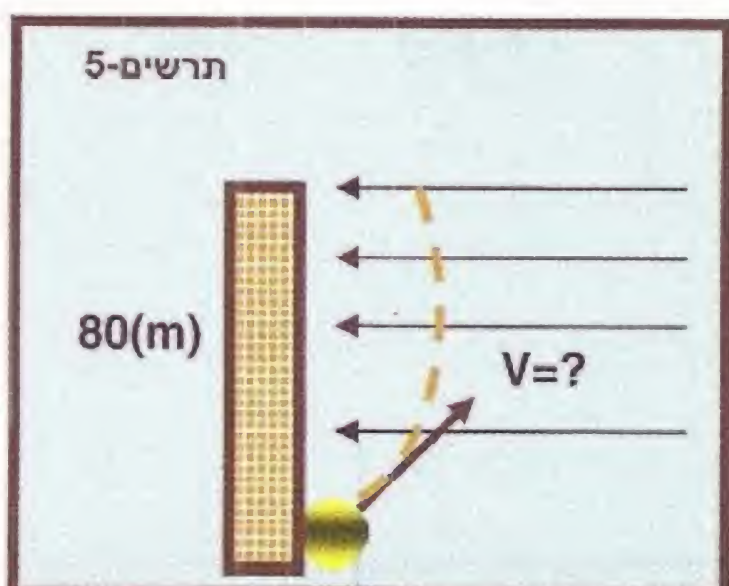
ב. אם הזריקה היתה באותה המהירות V_0 , אך בכיוון האופקי, כעבור כמה זמן יגיע הכדור לקרקע, ומה יהיה מרחק פגיעתו מרגלי המגדל:

1. כאשר מתעלמים מהתנגדות האוויר? (תרשים 2) (4 נק')
2. כאשר רוח נגדית מאיצה את הכדור בתאוצה של $5(m/s^2)$ בכיוון שמאלה, אך אינה משפיעה על התנועה בכיוון האנכי? (תרשים 3) (6 נק')

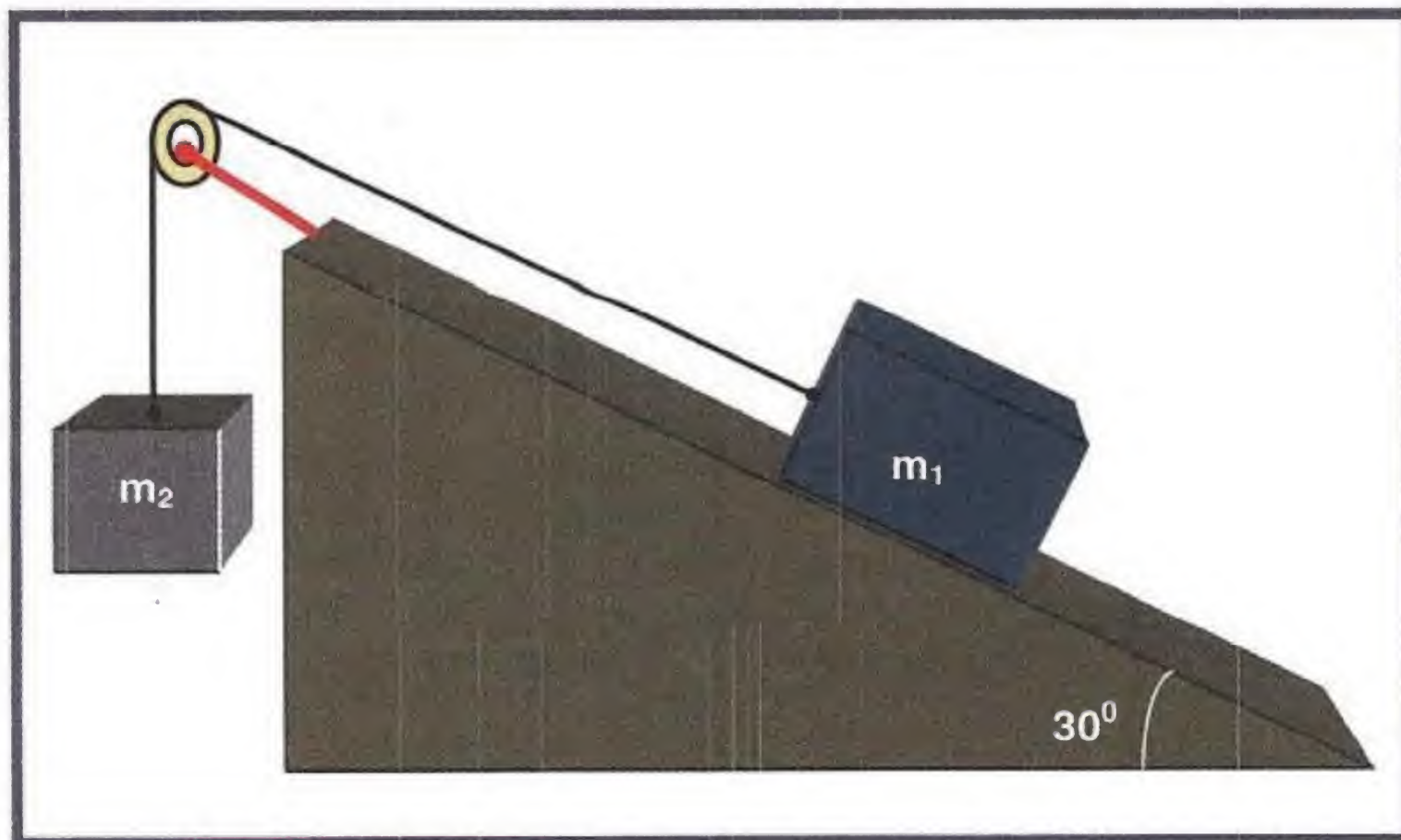


- ג. 1. באיזו מהירות בכיוון האופקי היה צריך לזרוק את הכדור בכדי שיפגע ברגלי המגדל כאשר פועלת אותה רוח נגדית? (תרשים 4) (7 נק')
2. מה תהיה אז מהירות הפגיעה בקרקע? (גודל וכיוון) (4 נק')

ד. באיזו מהירות (גודל וכיוון) יש לזרוק כדור מתחתית המגדל, כשפועלת אותה רוח נגדית, בכדי שבקצה המגדל מהירותו תהיה אופקית? (תרשים 5) (6 1/3 נק')



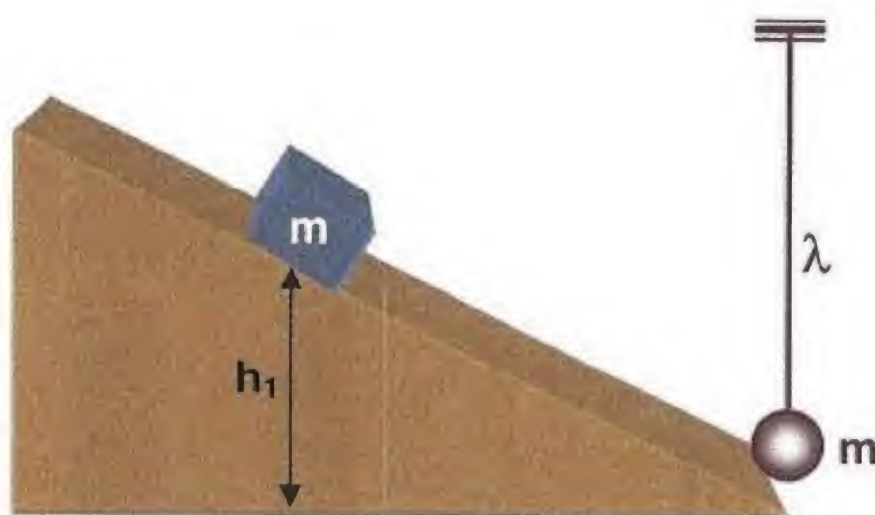
גוף שמסתו $m_1 = 6\text{ kg}$, הנמצא על מדרון חלק, קשור באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת למשקולת שמסתה $m_2 = 4\text{ kg}$. המדרון נטוי בזווית 30° לאופק (ראה תרשים). ברגע $t=0$ משחררים את המערכת ממנוחה.



- א. חשב את תאוצת כל אחד מהגופים. (גודל וכיוון) (6 נק')
- ב. חשב את גודלו ואת כיוונו של הכוח השקול הפועל על כל אחד מהגופים. (6 נק')
- ג. חשב את המהירות (גודל וכיוון) של הגוף m_1 ושל המשקולת m_2 כעבור 3 שניות מרגע השחרור. (6 נק')
- ד. כעבור 4 שניות מרגע השחרור נקרע החוט. חשב את:
 1. תאוצת כל אחד מהגופים. (גודל וכיוון) (6 נק')
 2. גודלו ואת כיוונו של הכוח השקול הפועל על כל אחד מהגופים. (4 נק')
- ה. כעבור כמה שניות מהרגע בו ניקרע החוט יחזור הגוף שמסתו m_1 למקום ממנו הוא שוחרר? ($5\frac{1}{3}$ נק')

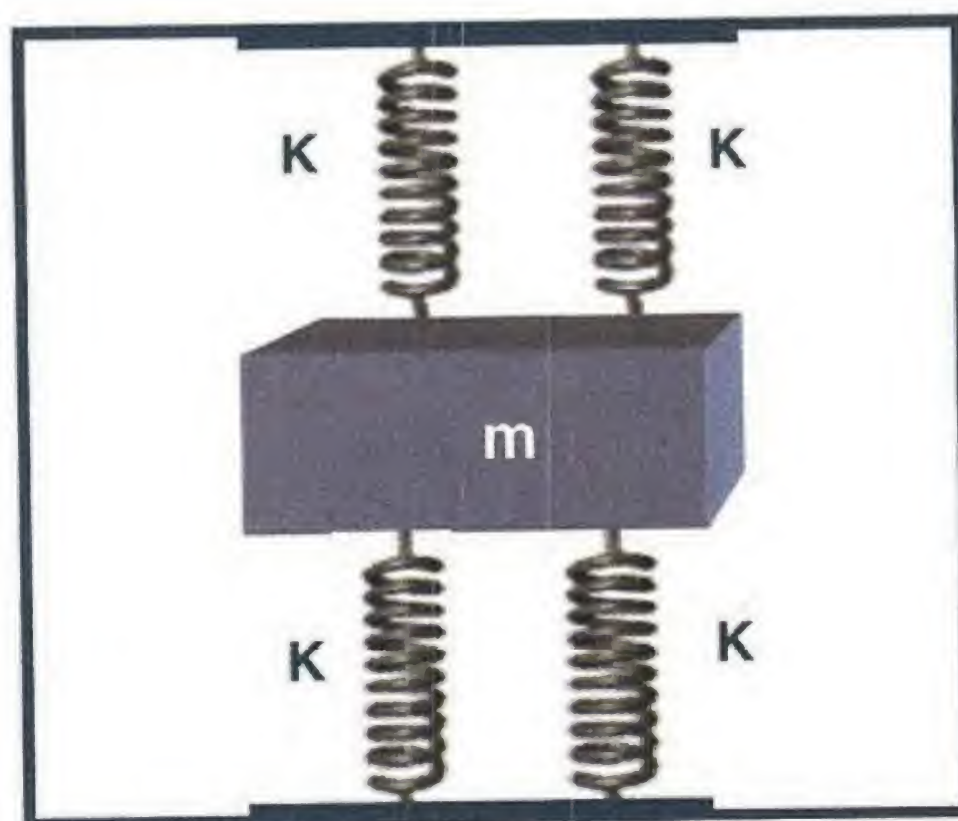
מנקודה הנמצאת בגובה h_1 במעלה מישור משופע חלק משוחרר ממנוחה גוף ראשון שמסתו m . מעל לתחתית המישור המשופע נמצא ציר סיבוב שאליו קשור בחוט שאורכו l גוף שני שמסתו אף היא m . (ראה תרשים א')
הגוף הראשון מתנגש בגוף השני התנגשות מצחית אלסטית, והגוף השני עולה עד למצב בו החוט הוא אופקי.

נתונים: l, g, m .



- א. מאיזה גובה h_1 שוחרר הגוף הראשון? הסבר. (6 נק')
 - ב. מהי מהירות כל אחד מהגופים לאחר ההתנגשות? הסבר. (6 נק')
 - ג. מהי מהירות הגוף השני, ומהי תאוצתו במצב בו החוט הוא אופקי? נמק. (6 נק')
 - ד. מאיזה גובה מינימאלי h_2 היה צריך לשחרר את הגוף הראשון, כדי שהגוף השני יבצע סיבוב מלא לאחר ההתנגשות? (6 נק')
 - ה. אם הגוף הראשון היה משוחרר מהגובה h_1 שחישבת בסעיף א', וההתנגשות הייתה פלסטית:
- (1) עד לאיזה גובה היה מתרומם הגוף המשותף? (6 נק')
 - (2) מהי העבודה שנעשתה על-ידי המתיחות בחוט, במשך עליית הגופים עד לגובה המרבי? נמק! (5⅓ נק')

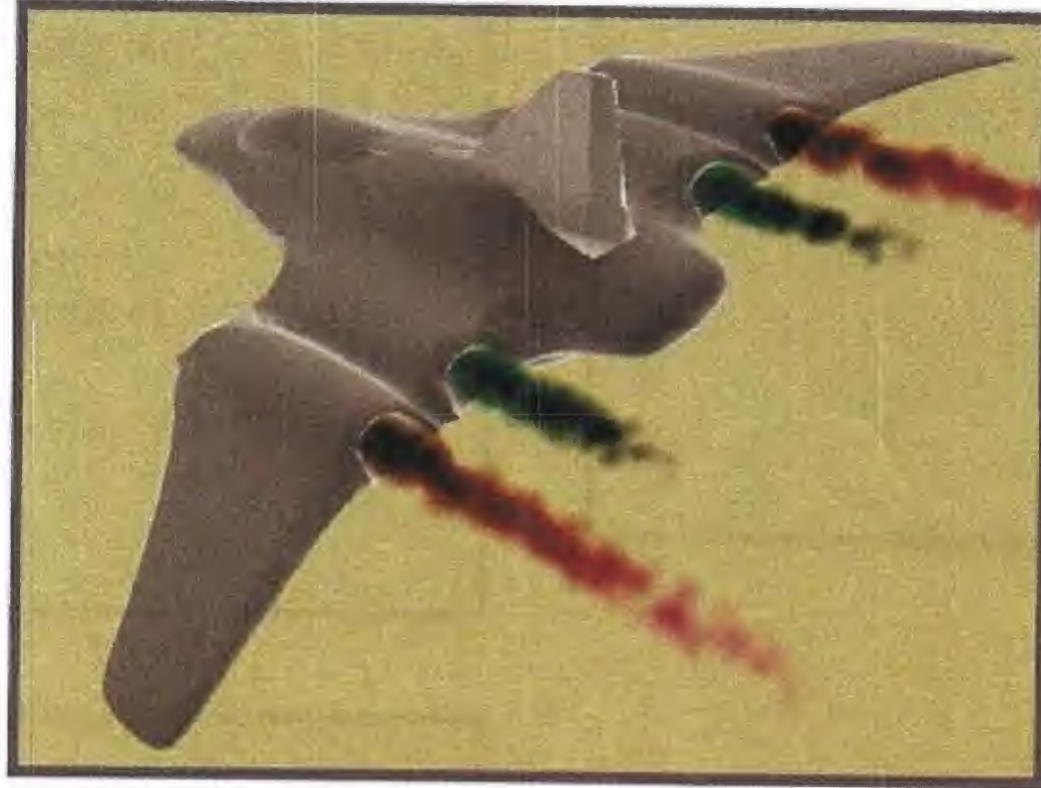
גוף שמסתו $m=6(\text{kg})$ מחובר בחלקו העליון לשני קפיצים המחוברים לתקרה, ובחלקו התחתון לשני קפיצים המחוברים לריצפה. ארבעת הקפיצים זהים וקבוע הכוח של כל אחד מהם הוא $K=40(\text{N/m})$. (ראה תרשים)



משחררים את הגוף ממנוחה כאשר כל הקפיצים רפויים:

- א. מהו זמן המחזור של התנודות? (6 נק')
- ב. מהי משרעת התנודות? (5 נק')
- ג. מהי האנרגיה הקינטית המקסימלית של הגוף במהלך התנודות? (6 נק')
- ד. מהי האנרגיה האלסטית המקסימלית במהלך התנודות? (6 נק')
- ה. במהלך התנודות כאשר כל הקפיצים רפויים, ניתקים שני הקפיצים התחתונים.
 1. מה יהיו המשרעת וזמן המחזור החדשים? ($4\frac{1}{3}$ נק')
 2. האם המהירות המרבית תיגדל, תיקטן או לא תשתנה? נמק! (6 נק')

ספינת חלל שמסתה $m = 4000 \text{ (kg)}$ נעה במסלול מעגלי סביב הירח. רדיוס המסלול שלה הוא $R = 2000 \text{ (km)}$ וזמן המחזור של ההקפה $T = 120 \text{ (min)}$.



- (א) חשב את מסת הירח בעזרת נתוני השאלה. (8 נק')
- (ב) חשב את מהירות ההקפה של ספינת החלל סביב הירח. (8 נק')
- (ג) מהי המהירות המינימלית הדרושה לספינת החלל (כשרדיוס מסלולה הוא R) כדי להימלט ממשיכת הירח? (8 נק')
- (ד) אם היו מקנים לספינת החלל את המהירות שמצאת בסעיף ג', באיזו מהירות היא הייתה עוברת נקודה הנמצאת במרחק 3000 ק"מ ממרכז הירח? (9 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 7

4

א. 1.216 sec

ב. 0.375 m

ג. 11.25 J

ד. 45 J

ה. 1.72 sec , 0.75 m (1
תגדל (2

1

א. 4 sec , 160 m

ב. 120 m (2 160 m (1

ג. 10 m/sec (1
75.96° , 41.23 m/sec (2

ד. 75.96° , 41.23 m/sec

5

א. $9.13 \cdot 10^{22}$ kg

ב. 1744.9 m/sec

ג. 2467.7 m/sec

ד. 2014.8 m/sec

2

א. 1 m/sec^2 במעלה המישור המשופע.

ב. 4 N , 6 N

ג. 3 m/sec במעלה המישור המשופע.

ד. 10 m/sec² , -5 m/sec² (1
40 N , -30 N (2

ה. 2.759 sec

3

א. l

ב. 0, $\sqrt{2gl}$

ג. g , 0

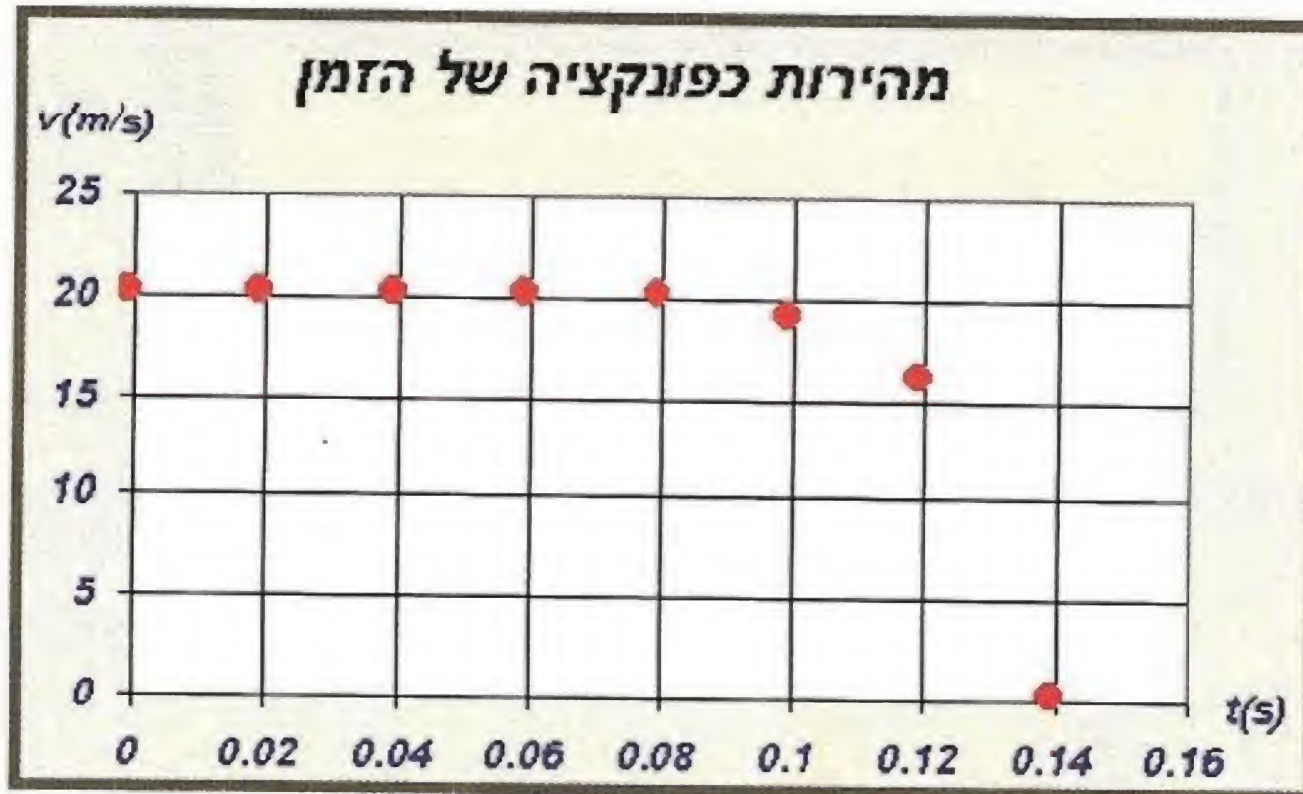
ד. 2.5 l

ה. 0 (2 $\frac{l}{4}$ (1

מבחן מספר 8

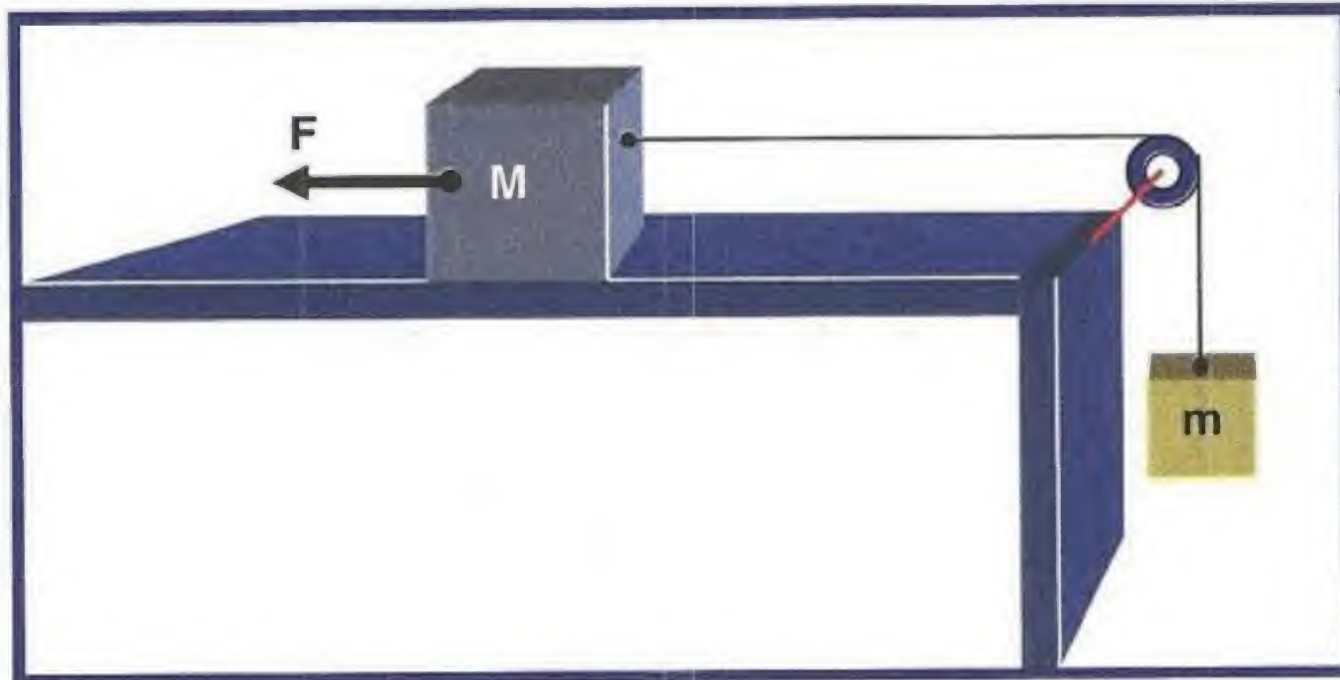
1

כדי לחקור את תנועתו של גוף הנע על קו ישר, רשם תלמיד את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 שניות.
הוא הגדיר את הרגע שבו נערכה המדידה הראשונה כ- $t=0$.
התלמיד חישב את מהירויות הגוף ברגעים השונים, וסרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. (ראה תרשים)

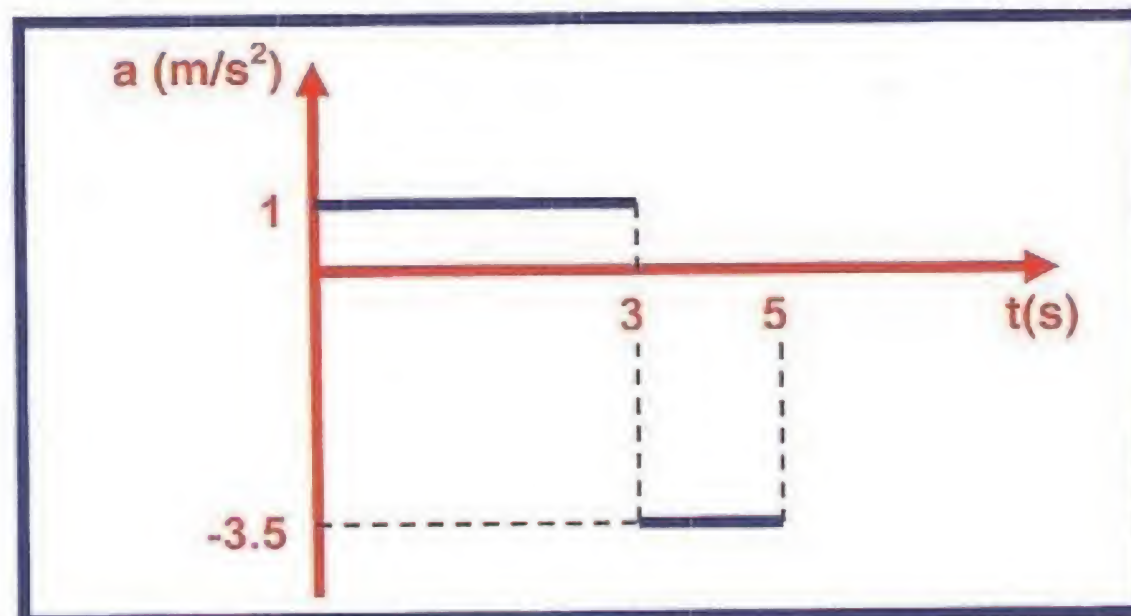


- א. הערך, על פי הגרף, את המרחק שעבר הגוף מרגע $t=0$ עד רגע $t=0.14$ (s). (5 נק')
- ב. חשב את תאוצת הגוף ביחידה של m/s^2 ברגע $t=0.1$ (s).
הסבר ופרט את חישובך. (5 נק')
- ג. עבור פרק הזמן שבין $t=0.08$ (s) - $t=0.14$ (s) ענה על הסעיפים הבאים:
חשב את התאוצה הממוצעת של הגוף. (5 נק').
- ד. קבע על פי הגרף אם תאוצת הגוף גדלה כפונקציה של הזמן, קטנה או אינה משתנה. נמק. (7 נק').
- ה. האם גודלו של הכוח השקול שפועל על הגוף הולך וגדל, הולך וקטן או אינו משתנה? נמק. (5 נק').
- ו. מהו כיוון הכוח השקול שפועל על הגוף- בכיוון תנועת הגוף, מנוגד לכיוון תנועת הגוף או מאונך לכיוון תנועת הגוף? נמק? (6 1/3 נק')

המערכת המתוארת בתרשים משוחררת ברגע $t=0$ ממנוחה, והיא נעה ימינה. כעבור 3 שניות נקרע החוט, והכוח F ממשיך לפעול. הזנח את מסת החוט ואת כל כוחות החיכוך. נתונים: $M=4(\text{kg})$, $F=14(\text{N})$.



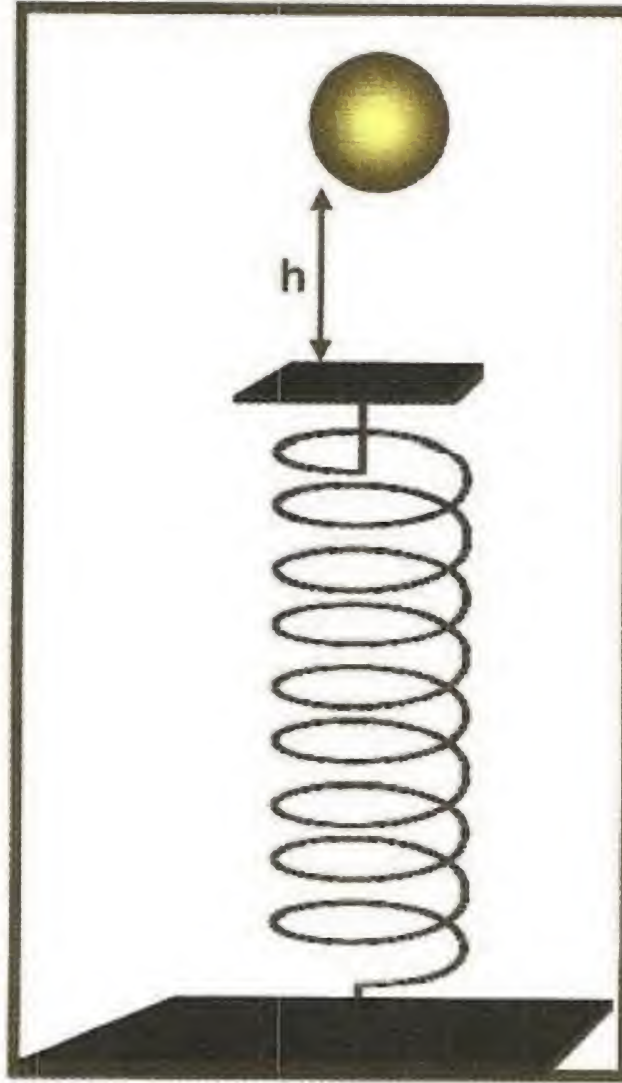
הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הגוף שמסתו M כפונקציה של הזמן עבור 5 השניות הראשונות של תנועתו. הכיוון ימין נבחר כחיובי.



- א. עבור 3 השניות הראשונות של תנועת המערכת:
 1. שרטט את הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים. (4 נק')
 2. רשום את משוואות התנועה. (4 נק')
 3. חשב בעזרת הגרף את m ואת המתיחות בחוט. (4 נק')
- ב. האם הגוף שמסתו M שינה את כיוון תנועתו במהלך 5 השניות הראשונות? אם לא- נמק מדוע. אם כן- באיזה רגע ובאיזה מרחק מנקודת ההתחלה? (7 נק')
- ג. שרטט גרף של המהירות כפונקציה של הזמן עבור הגוף שמסתו M עבור 5 השניות הראשונות של תנועתו. (5 נק')
- ד. התאוצה היחסית מיד לאחר שהחוט ניקרע שווה בגודלה ל:

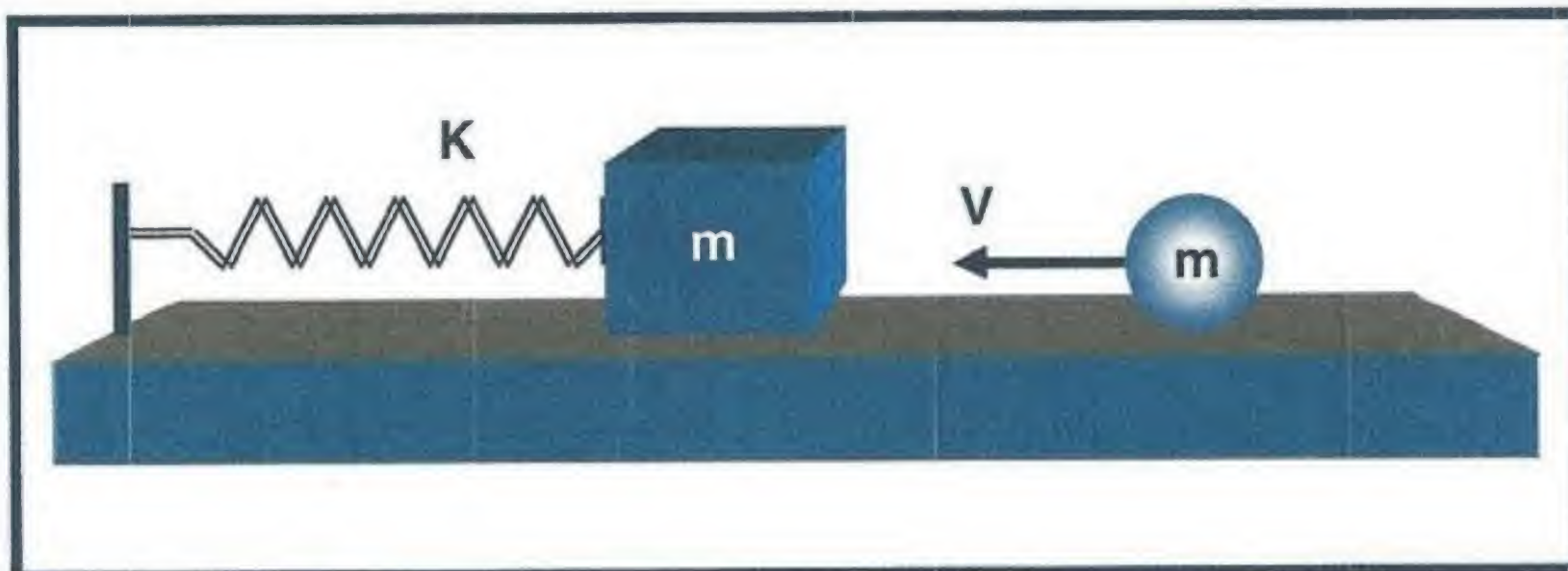
(1) 0 (2) $3.5(\text{m/s}^2)$ (3) $6.5(\text{m/s}^2)$ (4) $10(\text{m/s}^2)$ (5) אחרת (4 נק')
- ה. אם המשטח לא היה חלק (שאר תנאי המערכת ללא שינוי), מהו ערכו של מקדם החיכוך הסטטי בו המערכת תהיה על סף תנועה? (5 1/3 נק')

בול שמסתו $m=0.5(\text{kg})$ הנמצא במנוחה, נופל מגובה $h=0.8(\text{m})$ על קפיץ שקבוע הכוח שלו $K=20(\text{N/m})$. (ראה תרשים)



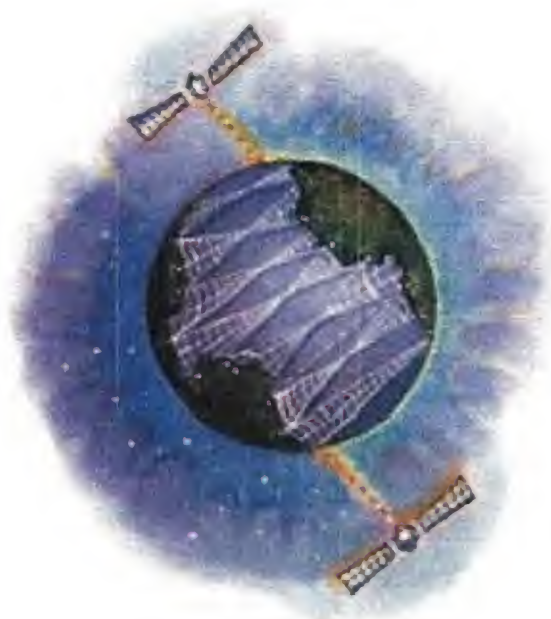
- (א) חשב את שיעור הכיווץ המכסימלי של הקפיץ. (8 נק')
- (ב) מה מהירות הבול ברגע הגיעו לקפיץ? (4 נק')
- (ג) מה שיעור התכווצות הקפיץ, כאשר הבול חולף דרך נקודת שיווי המשקל? (4 נק')
- (ד) הסבר באופן איכותי (במילים) היכן מהירות הבול גדולה יותר: ברגע פגיעתו בקפיץ, או ברגע עוברו דרך נקודת שיווי המשקל? (6 נק')
- (ה) חשב מה מהירות הבול כשהוא חולף דרך נקודת שיווי המשקל. ($7\frac{1}{3}$ נק')

כדור שמסתו m נע במהירות V ופוגע בבול שמסתו m המונח על משטח אופקי חלק, ומחובר לקפיץ אופקי בעל קבוע K , שקצהו השני מחובר לקיר. הבול והכדור מתנגשים התנגשות מצח אלסטית. נתונים: V, m, K .

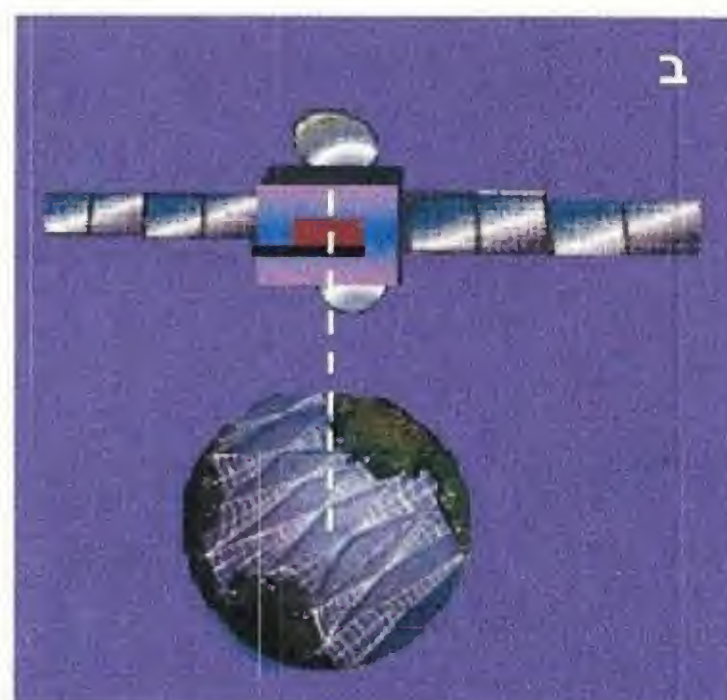
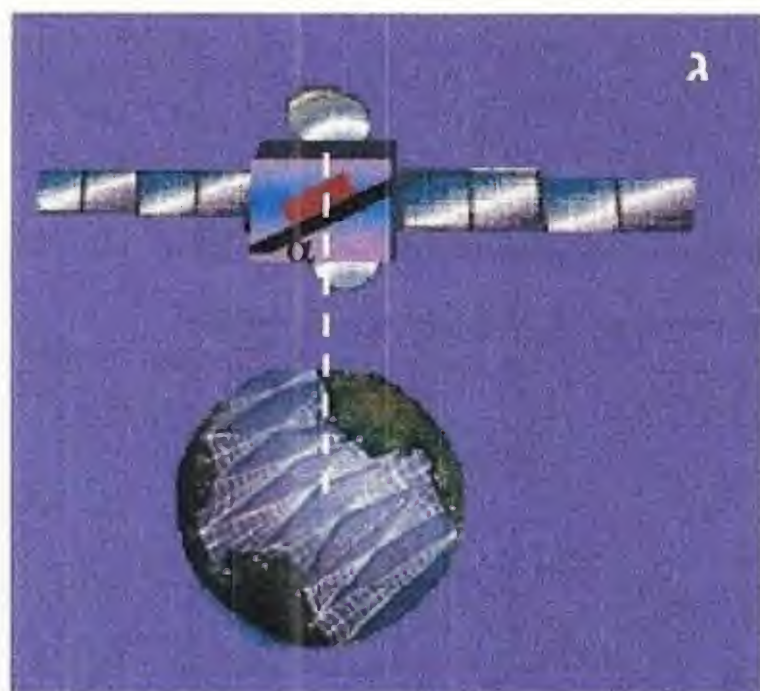


- א. מצא את השיעור המרבי של התכווצות הקפיץ. (10 נק')
- ב. בפרק הזמן שבין הרגע שבו הכדור פוגע לראשונה עד לרגע כיווצו המרבי של הקפיץ:
 - 1) האם האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים (הבול והכדור) נשמרת? הסבר. (4 נק')
 - 2) האם התנע של מערכת שני הגופים נשמר? הסבר. (4 נק')
- ג. כעבור כמה זמן אמורה להתרחש ההתנגשות השניה בין הבול לכדור? (5 נק')
- ד. כאשר מהירות הבול הייתה $V/2$ בכיוון ימינה, התנתק הבול מהקפיץ.
 - 1) כעבור כמה זמן מרגע הניתוק תתרחש ההתנגשות השניה בין הבול לבין הכדור? (5 נק')
 - 2) מה תהיה מהירות הכדור לאחר ההתנגשות השנייה ביניהם? (5 1/3 נק')

לווין שמסתו $m=500$ (kg) מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי בזמן מחזור של $T=7200$ (s). (ראה תרשים א')



- א. מהו הרדיוס של מסלול הלווין? (6 נק')
- ב. מהי מהירות הלווין? (6 נק')
- ג. מהי האנרגיה שהייתה דרושה כדי להעלות את הלווין מכן השילוח שעל פני כדור הארץ ולהכניסו למסלול ההקפה שלו? (12 נק')
- ד. בתוך הלווין נמצא משטח מישורי חלק. אסטרונוט מניח על המשטח גוף שמסתו $m=1$ (kg). (ראה תרשים ב')



1. מהו הכוח שמפעיל עליו המשטח? (4 נק')
2. מטים את המשטח בזווית α ביחס לרדיוס המחבר את הלווין למרכז כדור הארץ (ראה תרשים ג'). האם הכוח שמפעיל עליו המשטח יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק. (5 1/3 נק')

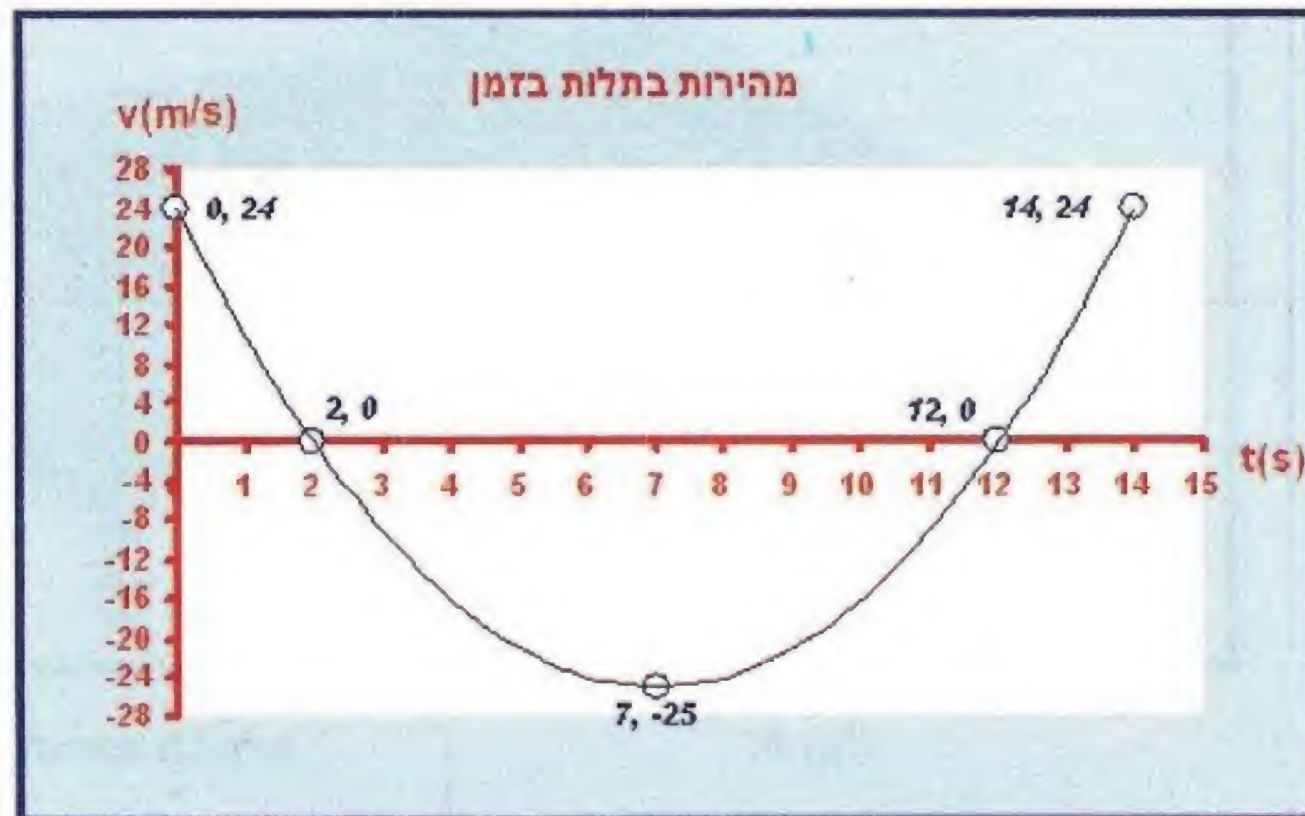
תשובות – מבחן מספר 8

<div style="text-align: right; border: 1px solid black; width: 20px; margin: 0 auto; padding: 2px;">2</div> <p style="text-align: center;">א. $m=2 \text{ kg}$, $T=18 \text{ N}$</p> <p style="text-align: center;">ב. כן, $x=5.78 \text{ m}$, $t=3.857 \text{ sec}$</p> <p style="text-align: center;">ג.</p> <p style="text-align: center;">ד. 5 (אחרת)</p> <p style="text-align: center;">ה. 0.15</p>	<div style="text-align: right; border: 1px solid black; width: 20px; margin: 0 auto; padding: 2px;">1</div> <p style="text-align: center;">א. 2.6 m</p> <p style="text-align: center;">ב. -75 m/sec^2</p> <p style="text-align: center;">ג. -333 m/sec^2</p> <p style="text-align: center;">ד. גדלה בערכה המוחלט.</p> <p style="text-align: center;">ה. גדל בערכו המוחלט.</p> <p style="text-align: center;">ו. מנוגד לכיוון התנועה.</p>
<div style="text-align: right; border: 1px solid black; width: 20px; margin: 0 auto; padding: 2px;">3</div> <p style="text-align: center;">א. 0.93 m</p> <p style="text-align: center;">ב. 4 m/sec</p> <p style="text-align: center;">ג. 0.25 m</p> <p style="text-align: center;">ד. בעוברו דרך נק' שיווי המשקל.</p> <p style="text-align: center;">ה. 4.4 m/sec</p>	
<div style="text-align: right; border: 1px solid black; width: 20px; margin: 0 auto; padding: 2px;">5</div> <p style="text-align: center;">א. $8 \cdot 10^6 \text{ m}$</p> <p style="text-align: center;">ב. 7042 m/sec</p> <p style="text-align: center;">ג. $1.875 \cdot 10^{10} \text{ J}$</p> <p style="text-align: center;">ד. 0 (2 0 (1</p>	<div style="text-align: right; border: 1px solid black; width: 20px; margin: 0 auto; padding: 2px;">4</div> <p style="text-align: center;">א. $V \cdot \sqrt{\frac{m}{K}}$</p> <p style="text-align: center;">ב. (1 כן (2 לא</p> <p style="text-align: center;">ג. $\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K}}$</p> <p style="text-align: center;">ד. (1 $\sqrt{\frac{m}{K}}$ (2 $\frac{V_0}{2}$</p>

מבחן מספר 9

הגרף מתאר את מהירותו של גוף הנע על קו ישר, כפונקציה של הזמן.

1



א. קבע, על פי הגרף, מתי מתאפסת תאוצת הגוף? נמק. (5 נק')

ב. העתק את הטבלה למחברתך והשלם אותה. (12 נק')

פרק הזמן	המהירות עולה, יורדת, קבועה	המהירות חיובית, שלילית, אפס	התאוצה עולה, יורדת, קבועה	התאוצה חיובית, שלילית, אפס
$0 < t < 2$	יורדת			
$2 < t < 7$		שלילית		
$7 < t < 12$			עולה	
$12 < t < 14$				חיובית

ג. חשב את התאוצה הממוצעת של הגוף מרגע:

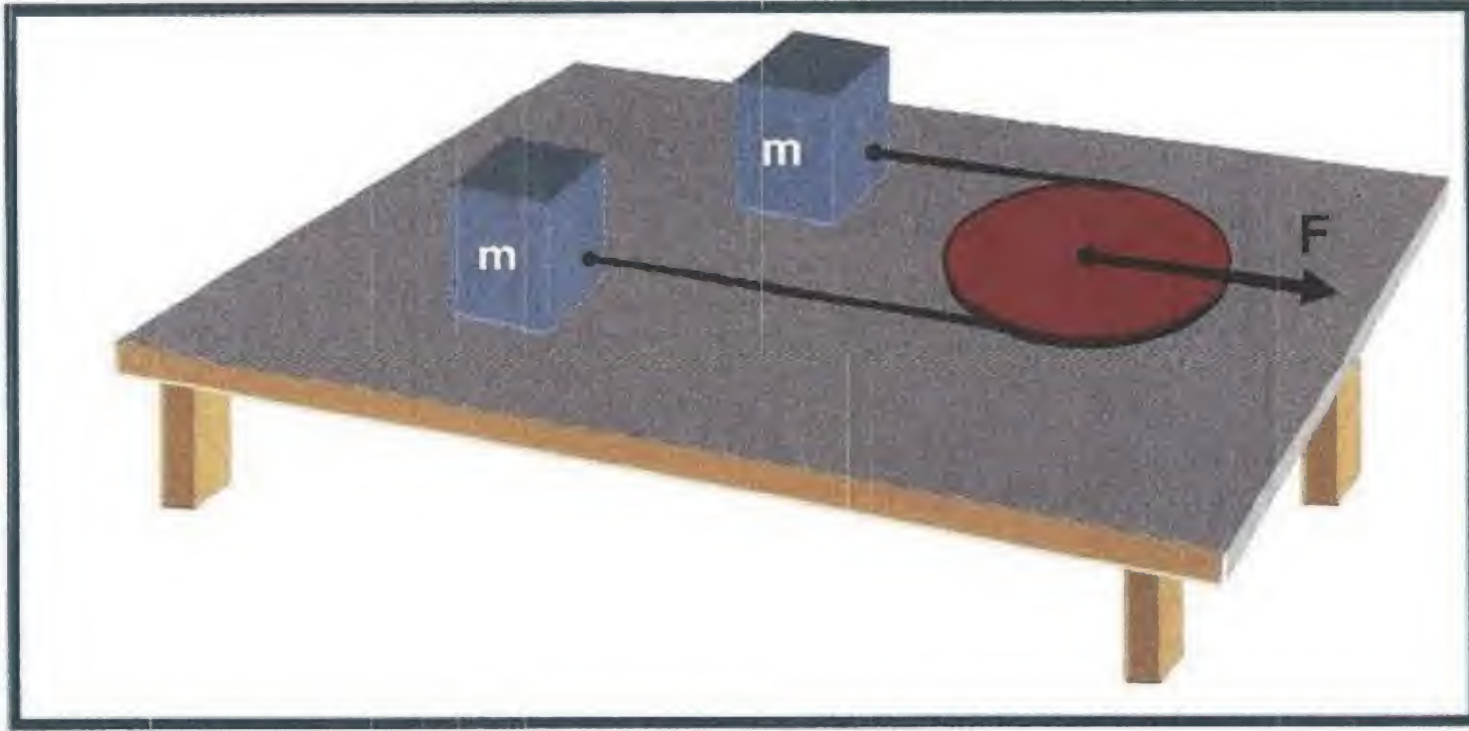
(1) $t=0$ עד רגע $t=2(s)$. (3 נק')

(2) $t=2(s)$ עד רגע $t=4(s)$. (3 נק')

(3) $t=0$ עד רגע $t=4(s)$. (3 נק')

ד. שרטט גרף של תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע $t=0$ עד לרגע $t=24(s)$. (7½ נק')

שני גופים שמסתם m קשורים זה לזה באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת המערכת מונחת על שולחן אופקי. מושכים את הגלגלת בכוח אופקי קבוע F . ניתן להזניח את מסת החוט והגלגלות וכן את כל כוחות החיכוך (ראה תרשים). נתונים: F, m, M .



א. חשב את תאוצת הבולים. (6 נק')

ב. חשב את תאוצת הגלגלת. (6 נק')

מחליפים את אחד הגופים בגוף שמסתו M . ($M > m$)

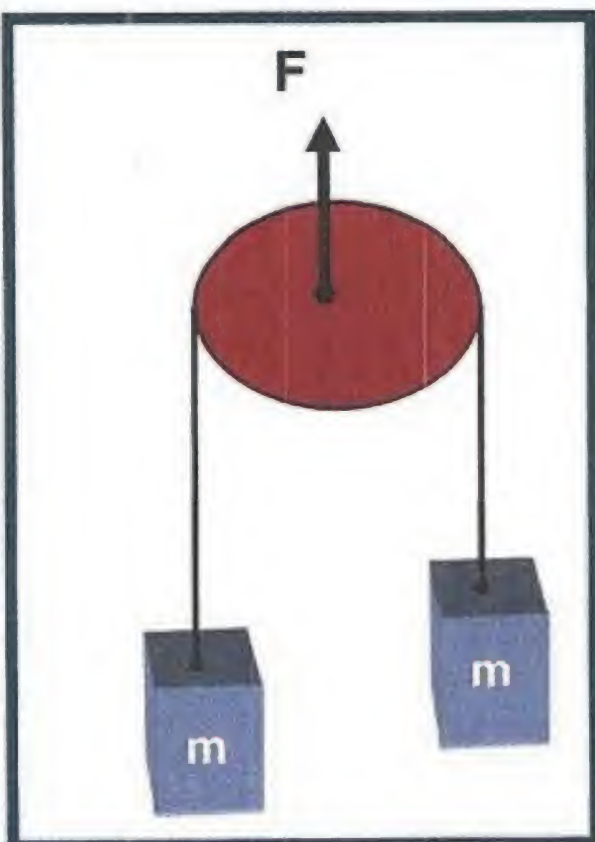
ג. חשב את תאוצת הבולים. (7 נק')

ד. חשב את תאוצת הגלגלת. (7 נק')

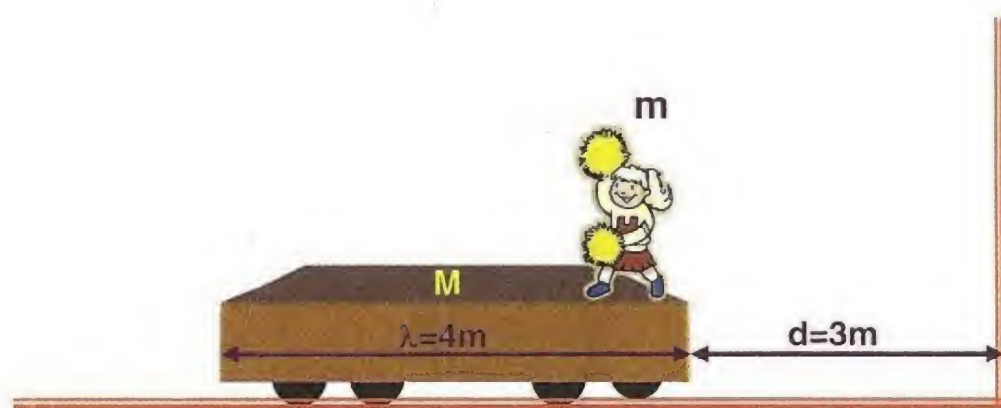
ה. עתה הכוח F מרים בתאוצה את הגלגלת עם שני הגופים שמסתם m אנכית כלפי מעלה. (ראה תרשים)

1. מהו התנאי לכך שתהיה תאוצה של המערכת כלפי מעלה? (3 נק')

2. האם תאוצת הגלגלת שווה לזו שהתקבלה בסעיף ב'? אם לא – נמק מדוע. אם כן – בכמה? ($4\frac{1}{3}$ נק')



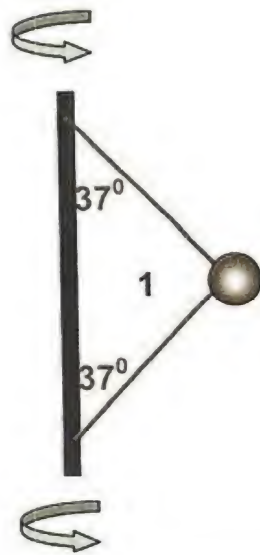
ילדה שמסתה $m=40$ (kg) ניצבת בקצה של עגלה שמסתה $M=20$ (kg). אורך העגלה $\lambda=4$ (m) ומרחק הקצה עליו ניצבת הילדה מן הקיר הוא $d=3$ (m). (ראה תרשים א')



הילדה מתחילה ללכת על העגלה במהירות קבועה של $V_{1,2}=9$ (m/sec) יחסית לעגלה אל הקצה המרוחק מהקיר. (הנח כי החיכוך בין העגלה לרצפה זניח.)

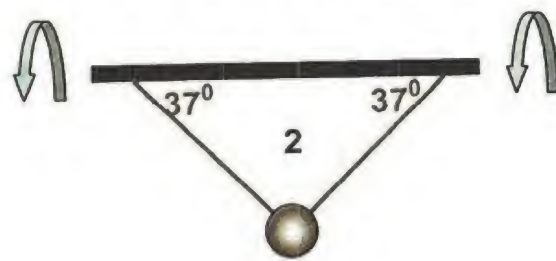
- א. (1) מהי מהירות הילדה ביחס לארץ? (4 נק')
- (2) מהי מהירות העגלה ביחס לארץ? (4 נק')
- ב. כעבור כמה זמן תגיע הילדה לקצה השני של העגלה? (10 נק')
- ג. חשב את המתקף שהפעילה הילדה על העגלה. (6 נק')
- ד. בשעה שהילדה תנוע לקצה השני של העגלה - באיזה מרחק מהקיר תמצא: (1) הילדה? (2) העגלה? (6 נק')
- ה. חשב את השינוי באנרגיה הקינטית של המערכת (ילדה+עגלה), שחל כתוצאה מהליכת הילדה. ($4\frac{1}{3}$ נק')

גוף שמסתו $m=4\text{kg}$ קשור בשני חוטים אל מוט אנכי. המוט משמש כציר סיבוב, והמערכת מסתובבת במהירות זוויתית קבוע $\omega=8\text{rad/sec}$. כל אחד מהחוטים יוצר זווית בת 37° עם ציר הסיבוב ואורך כל אחד מהחוטים $l=0.8\text{m}$. (ראה תרשים 1)



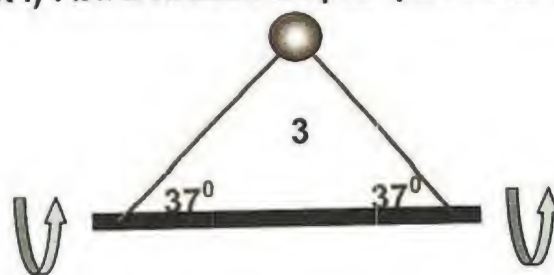
א. מהי המתיחות בכל אחד מהחוטים? (8 נק')

ב. נסתכל על אותה המערכת כאשר ציר הסיבוב הוא אופקי. (ראה תרשים 2)



מצא את המתיחות כאשר הגוף בנקודה הנמוכה ביותר. (8 נק')

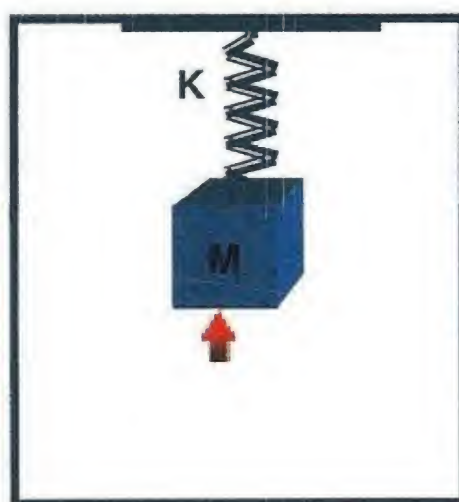
ג. מצא את המתיחות כאשר הגוף בנקודה הגבוהה ביותר. (ראה תרשים 3)



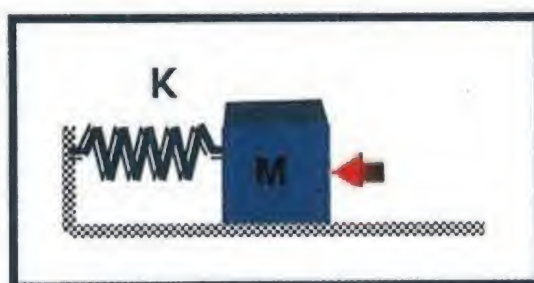
ד. מהי המהירות הזוויתית המינימלית כדי שהגוף יבצע סיבוב מלא? (8 נק')

ה. מהי המתיחות בנקודה הנמוכה ביותר בה הגוף יבצע סיבוב מלא, כשהמהירות הזוויתית שלו היא המינימלית? (9 1/3 נק')

בול עץ שמסתו $M = 5(\text{kg})$ מחובר אל קצהו של קפיץ שקבוע הכוח שלו הוא $K=200(\text{N/m})$. קצהו השני של הקפיץ מחובר לתיקרה. ברגע $t=0$ נורה אנכית כלפי מעלה קליע שמסתו $m=50(\text{gr})$, הפוגע בבול העץ במהירות של $V=200(\text{m/s})$ וחודר לתוכו. (ראה תרשים).



- א. מהי המהירות המשותפת של הבול והקליע מיד לאחר חדירת הקליע? (6 נק')
- ב. חשב את זמן המחזור של התנודות ואת תדירותן. (6 נק')
- ג. מהי משרעת התנודות? (6 נק')
- ד. האם האנרגיה הקינטית של הבול והקליע שבתוכו מיד לאחר חדירת הקליע היא האנרגיה הקינטית המכסימלית שיש לשני הגופים במהלך התנודות? אם כן – נמק מדוע. אם לא – ציין היכן היא נמצאת וחשב את ערכה. (10 נק')
- ה. אילו בול העץ היה מונח על משטח אופקי חלק, והקליע היה נורה אופקית באותה המהירות וחודר לתוכו. האם תשובתך לסעיפים א'-ד' היתה משתנה? נמק עבור כל סעיף בנפרד. (5½ נק')



תשובות – מבחן מספר 9

1. א. ברגע $t=7 \text{ sec}$
ב.

פרק הזמן	המהירות עולה, יורדת, קבועה	התאוצה חיובית, שלילית, אפס	התאוצה עולה, יורדת, קבועה	התאוצה חיובית, שלילית, אפס
$0 < t < 2$	יורדת	חיובית	עולה	שלילית
$2 < t < 7$	יורדת	שלילית	עולה	שלילית
$7 < t < 12$	עולה	שלילית	עולה	חיובית
$12 < t < 14$	עולה	חיובית	עולה	חיובית

ג. 1) -12 m/sec^2
2) -8 m/sec^2
3) -10 m/sec^2
ד.

4.

א. 77.4 N , 127.4 N
ב. 135.7 N
ג. 69.1 N
ד. 4.56 rad/sec
ה. 66.6 N

2.

א. $F/2m$, $F/2m$
ב. $F/2m$
ג. $F/2m$, $F/2m$
ד. $\frac{F}{4} \cdot \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right)$
ה. קטנה ב- g $\left(\frac{F}{2m} - g \right)$

5.

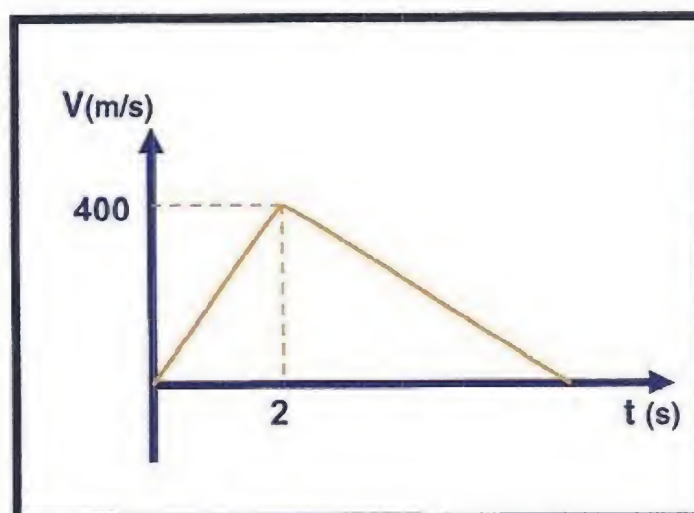
א. 19.8 m/sec
ב. 1.001 Hz , 0.998 sec
ג. 0.3146 m
ד. לא, בנק' שיווי המשקל.
ה. המהירות, זמן המחזור והתדירות לא משתנים.
האנרגיה הקינטית המקסימלית והמשרעת משתנים.

3.

א. 3 m/sec (1), -6 m/sec (2)
ב. $4/9 \text{ sec}$
ג. $-120 \text{ (N}\cdot\text{sec)}$
ד. 0.33 m (2), 4.33 m (1)
ה. 540 J

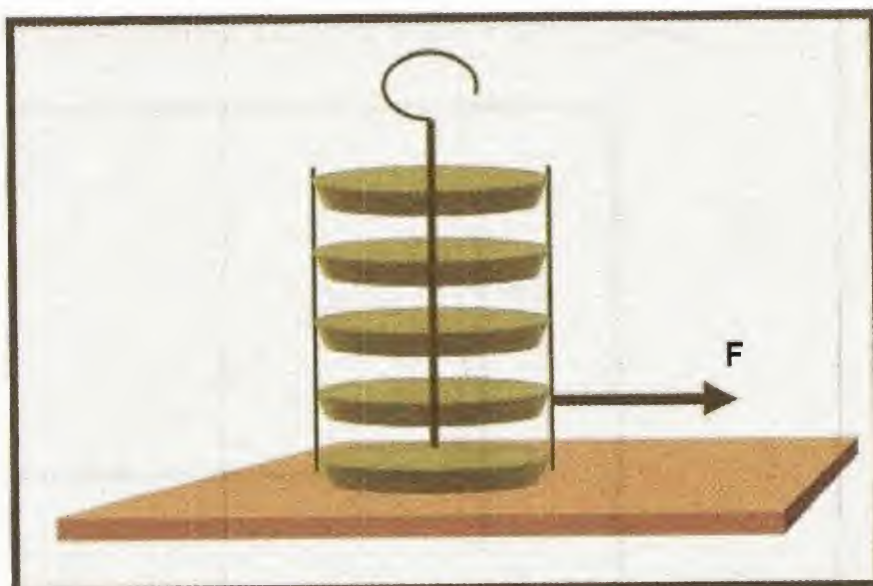
מבחן מספר 10

רקטה שולחה אנכית כלפי מעלה. בשלב מסוים של תנועתה אזל הדלק במנועה. הגרף הבא מתאר את שינויי מהירותה של הרקטה כפונקציה של הזמן מרגע שיגורה ועד הגיעה לשיא הגובה. (הנח כי התנגדות האוויר ניתנת להזנחה).



- א. באיזה גובה אזל הדלק במנועה של הרקטה? (6 נק')
- ב. לאיזה גובה מכסימלי הגיעה הרקטה? (6 נק')
- ג. בשיא הגובה הופעל מנוע-עזר, שגרם לנפילתה של הרקטה בתאוצה קבועה של $a=0.03 \text{ (m/s}^2\text{)}$. כמה שניות חלפו מרגע שיגורה עד שהיא חזרה ארצה? (8 נק')
- ד. בתוך הרקטה נימצא מכשיר שמסתו 2 ק"ג, התלוי בדינמומטר.
 1. מה יורה הדינמומטר בכל אחד משלבי התנועה של הרקטה? ($7\frac{1}{3}$ נק')
 2. שרטט גרף של משקל המכשיר כפונקציה של הזמן מתחילת תנועתה של הרקטה ועד חזרתה ארצה. (6 נק')

על משטח אופקי חסר חיכוך מונח וו שניתן להשחיל עליו משקולות שמסת כל אחת מהן 50(gr) . (ראה תרשים)



בסדרת ניסויים מדדו את התאוצה של הוו עם המשקולות כפונקציה של מספר המשקולות כשבכל ניסוי הפעילו אותו כוח אופקי קבוע F . תוצאות המדידה רשומות בטבלה שלפניך:

מספר המשקולות n	1	2	3	4	5
התאוצה $a(m/s^2)$	10	5	$3\frac{1}{3}$	2.5	2

א. סרטט גרף המתאר את תאוצת הוו עם המשקולות כפונקציה של מספר המשקולות. (6 נק')

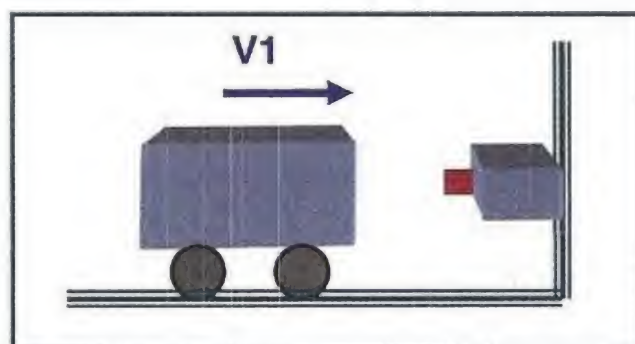
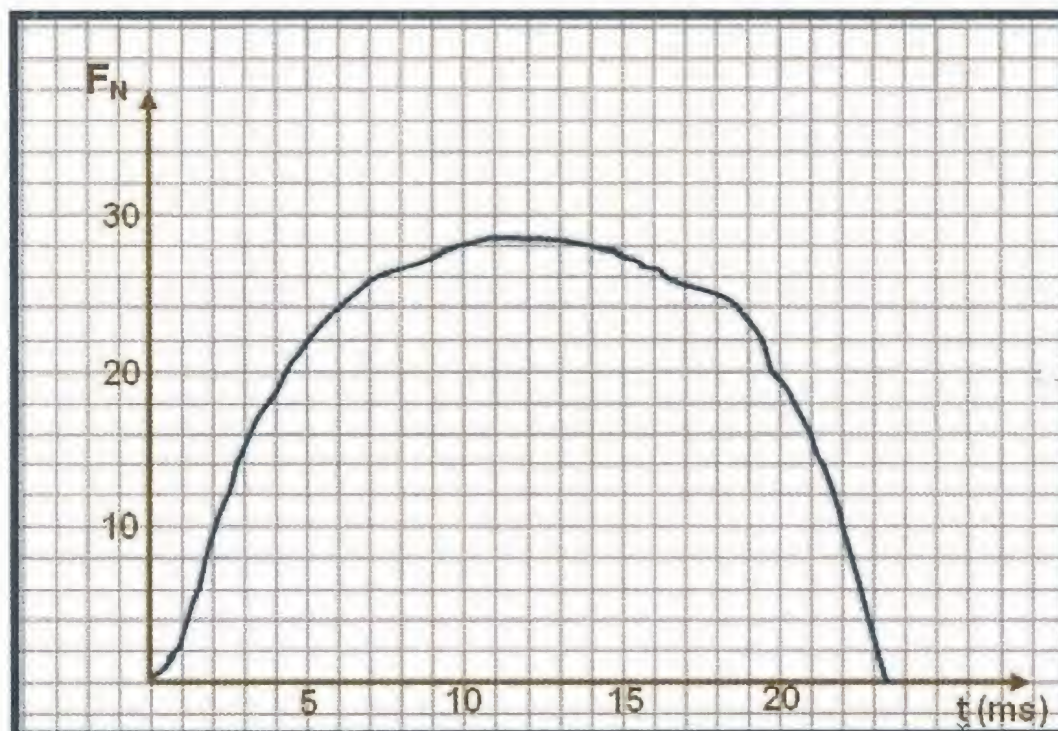
ב. בלי להסתמך על תוצאות המדידות כתוב שיוויון, המתאר את הקשר בין a לבין n והסבר מדוע השיוויון שכתבת מתאים לצורת הקו שבגרף. (10 נק')

ג. מתוך הנתונים המופיעים בטבלה הגדר משתנה חדש ורשום את ערכיו בעמודה הריקה המופיעה בטבלה, כך שהגרף שיתקבל בעזרת משתנה זה יהיה ליניארי. סרטט את הגרף. (8 נק')

ד. על סמך השיוויון שכתבת והגרף שבנית חשב את גודלו של הכוח הקבוע שפעל על הוו. (6 נק')

ה. כיצד היה נראה הגרף ששרטטת בסעיף ג', אילו בוצע הניסוי עם משקולות שמסת כל אחת מהן 100(gr), ואותו כוח אופקי היה פועל על הוו? ($3\frac{1}{3}$ נק')

הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח כפונקציה של הזמן במהלך ההתנגשות של עגלה, שמסתה $m=0.5 \text{ (kg)}$ עם חיישן כוח המוצמד לקיר. לפני ההתנגשות העגלה נעה ימינה במהירות $V_1=0.55 \text{ (m/sec)}$, ולאחר ההתנגשות היא נעה שמאלה. (ראה תרשים) הכוח נמדד בניוטונים והזמן באלפיות שניה.



א. האם המתקף שפעל על העגלה מ- $t=4 \text{ (ms)}$ עד- $t=6 \text{ (ms)}$ קטן מהמתקף שפעל עליה מ- $t=10 \text{ (ms)}$ עד $t=12 \text{ (ms)}$, גדול ממנו או שווה לו? הסבר. (6 נק')

ב. התלמיד ספר, במידת הדיוק שהגרף מאפשר לו, 250 משבצות בין העקומה לבין ציר הזמן. מהו השינוי בתנע של הקרונית בעקבות ההתנגשות? (10 נק')

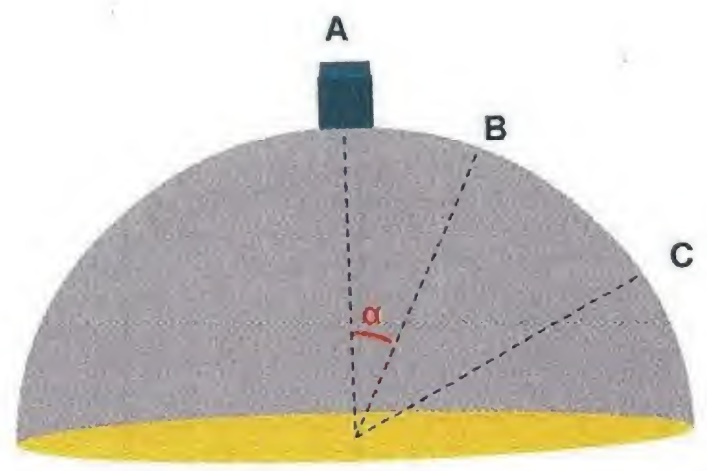
ג. מה הייתה מהירות הקרונית לאחר ההתנגשות? (6 נק')

ד. מהו הכוח הממוצע שפעל במהלך ההתנגשות? (6 נק')

ה. מהו השינוי באנרגיה הפנימית עקב ההתנגשות? (5% נק')

4

גוף שמסתו m מונח על פני כיפה חצי-כדורית חלקה שרדיוסה R .
משחררים את הגוף ממנוחה מנקודה A , הנמצאת בקודקודה של הכיפה.
(ראה תרשים)
נתונים : α , g , R .

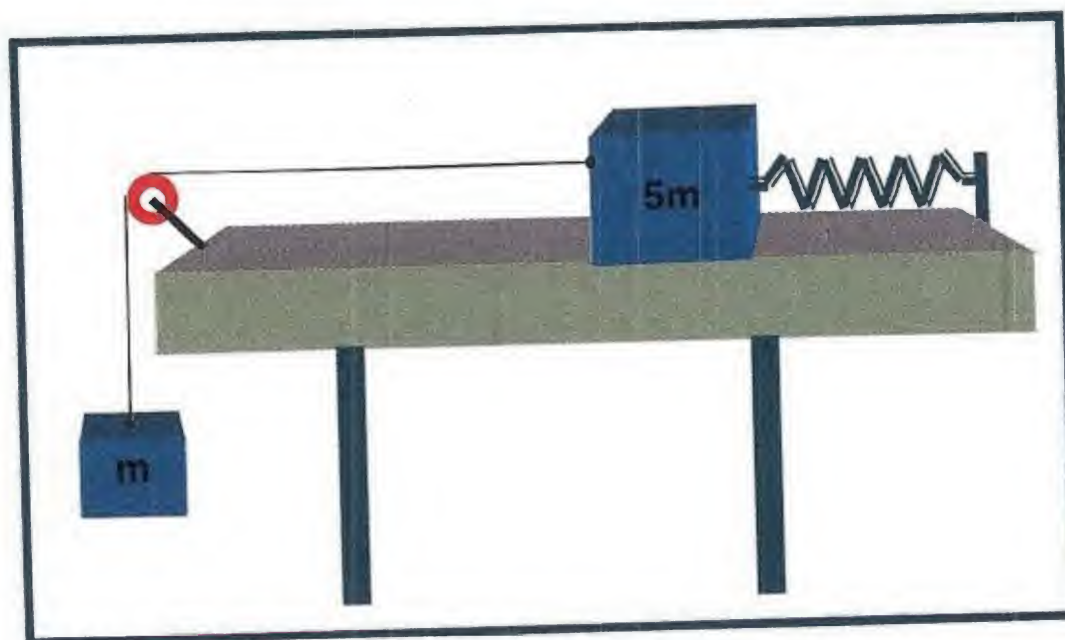


- (א) בטא את מהירותו בנקודה כלשהי B בערת נתוני השאלה. (8 נקודות)
- (ב) מהו גודל הכוח בו מעיק הגוף על הכיפה בנקודה B ? (8 נקודות)
- (ג) הגוף מתנתק מהכיפה בנקודה C . באיזו זווית התרחש הניתוק?
(6 נקודות)
- (ד) אם הכיפה לא היתה חלקה, האם הגוף היה ניתק בנקודה נמוכה יותר
מ- C ? נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- (ה) במקרה אחר שוחרר הגוף ממנוחה מנקודה B .
באיזו מהירות (גודל וכיוון) יתנתק הגוף מהכיפה? (6 נקודות)

5

המערכת המתוארת בתרשים נמצאת בשיווי משקל כאשר הקפיץ ארוך ב- X_0 מאורכו הרפוי.
מרימים באופן מבוקר את m לגובה $X_0/3$ ממצב שיווי המשקל ומרפים ממנה.
המערכת מתנוודדת. (ראה תרשים)


נתונים: X_0, g, m



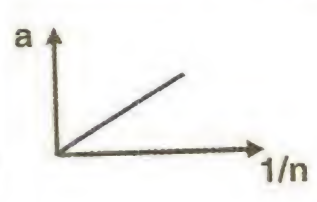
- א. בטא את K של הקפיץ. (7 נק')
- ב. בטא את זמן המחזור של המערכת המתנוודדת. (7 נק')
- ג. כשלמערכת המתנוודדת הייתה תאוצה מקסימלית (מכוונת מעלה על m), ניתק החוט המקשר בין m ל- $5m$.
 1. בטא את מהירותה המקסימלית של המערכת המתנוודדת לאחר ניתוק החוט. (7 נק')
 2. כעבור כמה זמן מרגע הניתוק תהיה מהירות המערכת שווה למחצית ערכה המרבי? (7 נק')
- ד. הסבר ללא חישובים, כיצד הייתה משתנה מהירותה המקסימלית של המערכת המתנוודדת לאחר ניתוק החוט, אילו המסה על השולחן האופקי היתה $10m$ במקום $5m$, ואילו המסה התלויה בחוט הייתה נשארת m . שאר תנאי השאלה ללא שינוי. (5 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 10

2

א. 

ב. $F = nma$

ג. 

ד. 0.5 N

ה. השיפוע היה קטן.

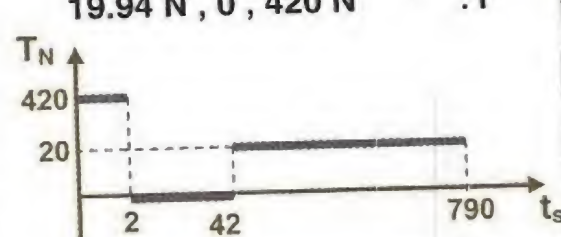
1

א. 400 m

ב. 8400 m

ג. 790.33 m

ד. 19.94 N, 0, 420 N



5

א. $\frac{mg}{X_0}$

ב. $2\pi \cdot \sqrt{\frac{5X_0}{g}}$

ג. 1) $\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot X_0}{5}}$

2) $\frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{5X_0}{g}}$

ד. המהירות קטנה. האנרגיה האלסטית לא משתנה, האנרגיה הקינטית קטנה, ולכן המהירות קטנה.

3

א. קטן ממנו.

ב. 0.5 N·sec

ג. 0.45 m/sec

ד. 0.0217 N

ה. -0.025 J

4

א. $\sqrt{2gR \cdot (1 - \cos \alpha)}$

ב. $3mg \cos \alpha - 2mg$

ג. 48.18°

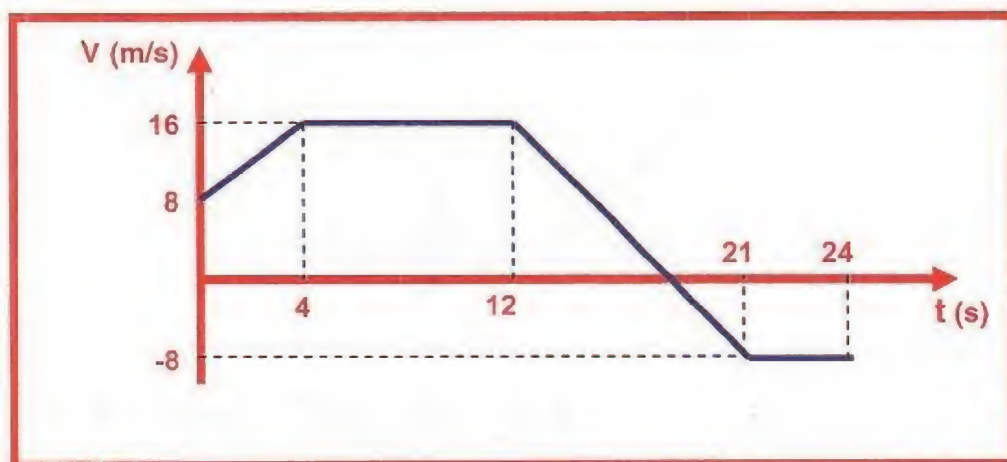
ד. כן, בנק' נמוכה יותר.

ה. $\sqrt{\frac{2}{3} \cdot g \cdot R \cdot \cos \alpha}$

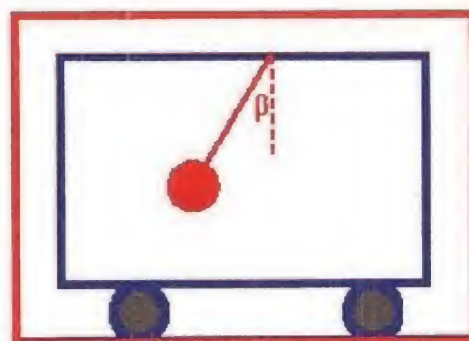
מבחן מספר 11

הגרף שבתרשים מתאר את תנועתה של קרונית הנעה בקו ישר. בתחילת התנועה הקרונית נעה ימינה.

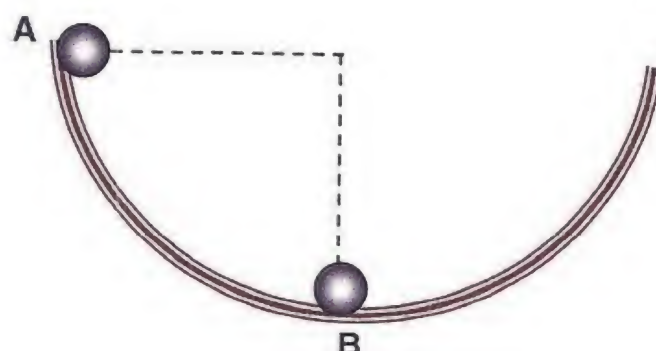
1



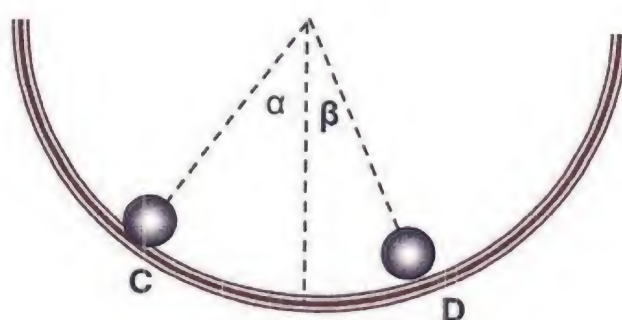
- א. סרטט גרף של התאוצה כפונקציה של הזמן. (6 נק')
 - ב. מתי תגיע הקרונית למרחק המכסימלי ימינה לנקודת ההתחלה? (3 נק')
 - ג. מהו המרחק המכסימלי שאליו הגיעה הקרונית ימינה לנקודת ההתחלה? (4 נק')
 - ד. מהי מהירותה הממוצעת ב-24 השניות של התנועה? (5 נק')
 - ה. בתוך הקרונית תלויה משקולת שמסתה 200 גרם. במשך חלק מהתנועה משקולת סוטה שמאלה מהאנך. (ראה תרשים)
1. באיזה פרק זמן (או פרקי זמן) סוטה המשקולת כמתואר בתרשים? (3 נק')
 2. סרטט את הכוחות הפועלים על המשקולת, ורשום משוואות התנועה עבור המצב המתואר בתמונה. (7 נק')
 3. מהי המתיחות בחוט, ומהי זווית הסטייה מהאנך? (5 1/3 נק')



גוף קטן בעל מסה m נע על משטח חצי כדורי שרדיוסו R . הכדור שוחרר במקום A שבקצה העליון של המשטח, ונעצר במקום B (ראה תרשים א). נתונים: g, R, m .

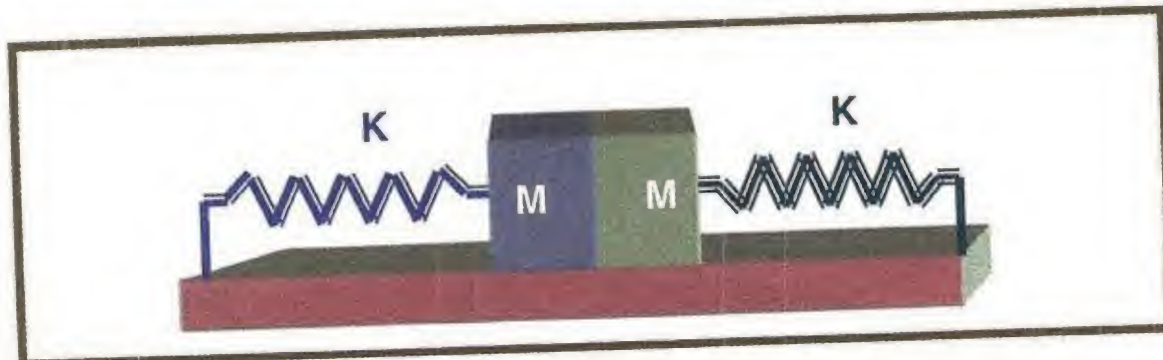


- (א) כמה אנרגיה הפכה לחום? הסבר. (5 נק')
- (ב) מה גודלו של כוח החיכוך שפעל, בהנחה שהוא קבוע במהלך תנועת הגוף? (8 נק')
- (ג) כמה אנרגיה קינטית יש להקנות לכדור ב-B בכדי שיעלה על המשטח, וייעצר בדיוק בהגיעו ל-A? (7 נק')
- (ד) אילו הגוף היה משוחרר ממקום C, בו רדיוס המשטח יוצר זווית α עם האנך, הכדור היה נעצר במקום D, בו יוצר הרדיוס זווית β עם האנך (ראה תרשים ב).



- (1) חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית בין C לבין D. (5 נק')
- (2) כמה עבודה בוצעה ע"י כוח החיכוך בתנועתו מ-C ל-D? (5 נק')
- (3) סמן את כל הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה D, אחרי שהבול נעצר בה, ובטא את גודלו של כוח החיכוך. (3½ נק')

שני גופים זהים שמסת כל אחד מהם m מונחים על משטח חלק ומחוברים לשני קפיצים זהים שקבוע הכוח של כל אחד מהם K . הגופים נוגעים זה בזה והקפיצים רפויים (בשיווי משקל). מזיזים את הגוף השמאלי שמאלה למרחק $2A$, ואת הגוף הימני מזיזים ימינה למרחק A , ומשחררים את שני הגופים באותו רגע.

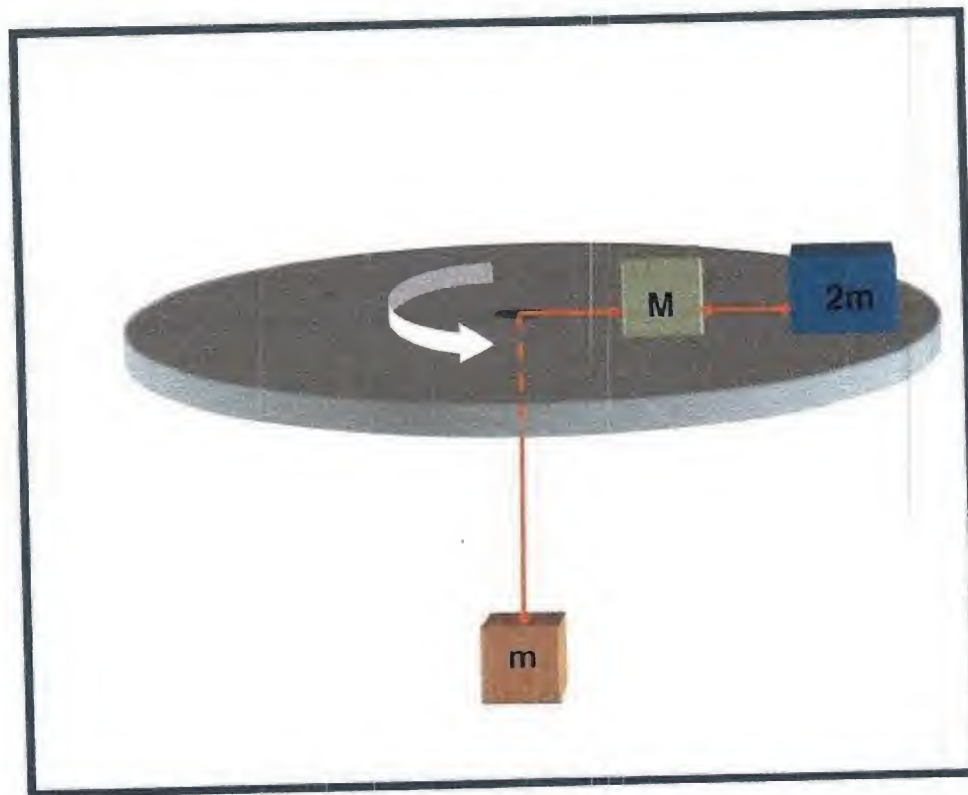


- א. האם ההתנגשות בין הגופים תהיה בנקודת שיווי המשקל? נמק. (6 נק')
- ב. אם ההתנגשות בין הגופים היא פלסטית:

- 1) מה תהיה מהירותם המשותפת לאחר ההתנגשות? (6 נק')
- 2) מה תהיה המשרעת בה ינועו הגופים לאחר ההתנגשות? (6 נק')
- ג. מהי התאוצה המקסימלית של המערכת? (6 נק')
- ד. במהלך התנודות של המערכת מפילים במאונך גוש פלסטלינה שנצמד לשני הגופים. כיצד ישתנו הגדלים הבאים- המהירות המרבית, משרעת התנודות, זמן המחזור?

- 1) כשגוש הפלסטלינה נצמד ברגע שהמערכת חולפת דרך נקודת שיווי המשקל? (6 נק')
- 2) כשגוש הפלסטלינה נצמד ברגע שהמערכת נמצאת בקצה המשרעת? (3½ נק')

שני גופים שמסותיהם M ו- $2m$ מונחים על גבי דיסקה אופקית חלקה הסובבת במהירות זוויתית ω . הגוף שמסתו M מקושר מצידו האחד בעזרת חוט חסר מסה לגוף שמסתו $2m$ ומצידו השני בעזרת חוט חסר מסה למשקולת תלויה שמסתה m . החוט עובר דרך חור במרכז הדיסקה. הגופים נמצאים במנוחה ביחס לדיסקה. (ראה תרשים) נתונים: ω, g, m, M .



(א) באיזה מרחק R ממרכז הדיסקה נימצא הגוף שמסתו M , אם ידוע שהגוף שמסתו $2m$ נימצא במרחק $2R$ ממרכז הדיסקה? (12 נק')

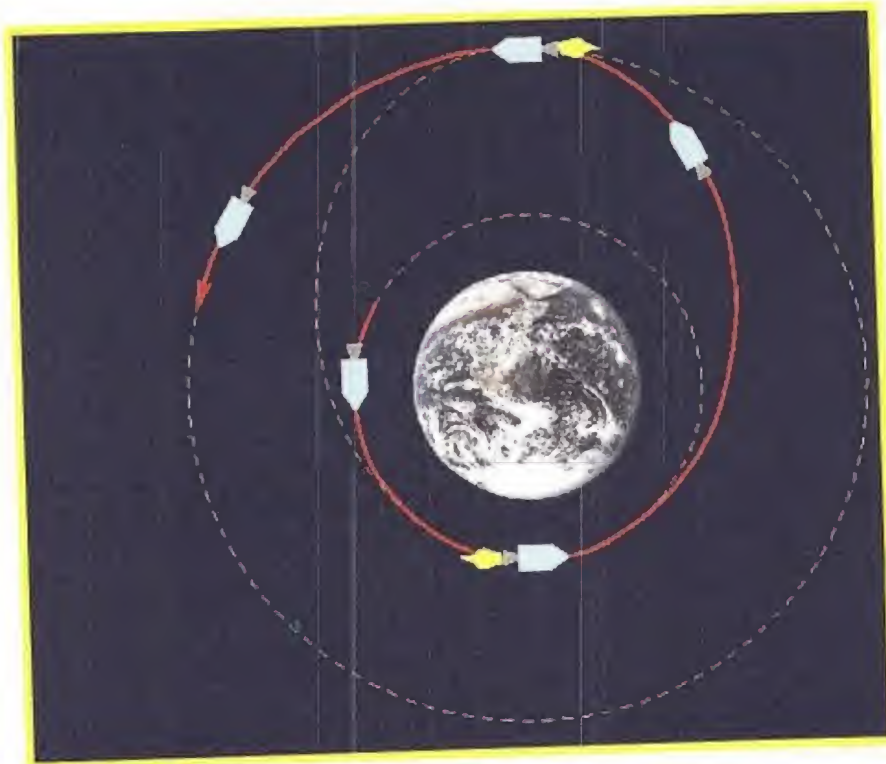
(ב) מצא את המתיחות בכל אחד מהחוטים. (6 נק')

(ג) מוציאים את הגוף שמסתו $2m$. (ראה תרשים ב)

(1) היכן יש למקם את הגוף שמסתו M , בכדי שיימצא במנוחה ביחס לדיסקה? (8 נק')

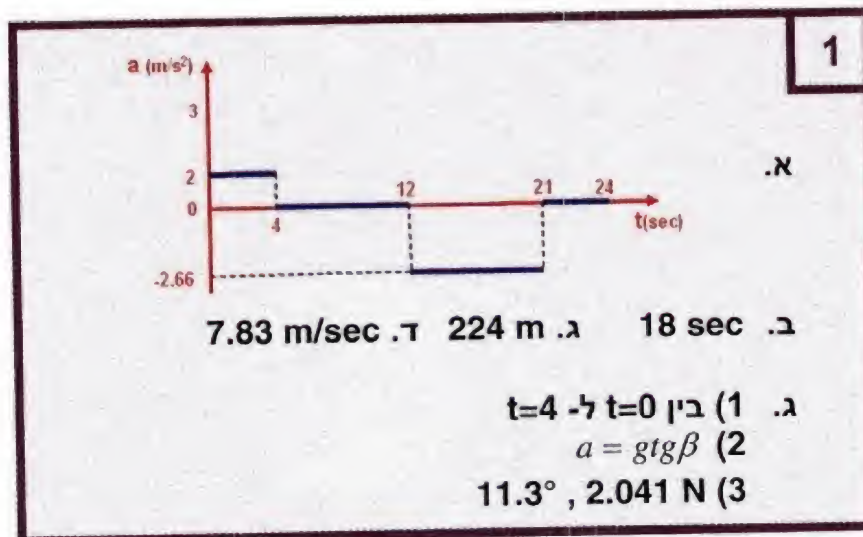
(2) אילו הדיסקה לא היתה חלקה, ומקדם החיכוך בין הגוף שמסתו M לבין השולחן היה μ_s . מה היו ערכיו של מרחק הגוף מציר הסיבוב (R_{\min} ו- R_{\max}), אשר לגביהם יישאר הגוף במנוחה יחסית למשטח המסתובב? (7 1/3 נק')

לווין שמסתו $m=750 \text{ (kg)}$ נע מסביב לכדור הארץ, כאשר האנרגיה הכוללת שלו היא $E=-4.69 \cdot 10^9 \text{ (J)}$.



- א. באיזה גובה מעל פני כדור הארץ חג הלווין? (5 נק')
- ב. הלווין עלה למסלול מעגלי גבוה יותר סביב כדור הארץ. האם כתוצאה מכך:
 - (1) האנרגיה הכוללת של הלווין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק! (4 נק')
 - (2) האנרגיה הקינטית של הלווין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק! (4 נק')
- ג. ידוע שהפרש האנרגיה בין המסלול החדש של הלווין למסלולו הישן הוא: $E=0.79 \cdot 10^9 \text{ (J)}$.
 - (1) חשב את מהירות הלווין במסלול החדש. (5 נק')
 - (2) חשב את השינוי בגובה הלווין מעל פני כדור הארץ כתוצאה מהמעבר למסלול החדש. (4 נק')
- ד. מודדים את משקלו של גוף הנמצא בתוך לווין באמצעות מאזני קפיץ. כאשר הלווין נמצא על הקרקע מראים המאזניים 20 (N) , ותוך כדי השילוח הוראת המאזניים הייתה 90 (N) .
 - (1) מה הייתה תאוצת הלווין בעת השילוח? (4 נק')
 - (2) מה מראים המאזניים כאשר הלווין נע במסלול סביב כדור הארץ, לאחר שכבו מנועי השילוח? הסבר. (3½ נק')
- ה. לווין מסתובב מעל קו המשווה באותו כיוון שבו מסתובב כדור הארץ סביב צירו. הלווין עובר כל 72 שעות מעל נקודת תצפית מסוימת שעל הקרקע. מהו זמן המחזור של הלווין? הסבר. (4 נק')

תשובות – מבחן מספר 11



2

א. mgR
 ב. $\frac{2mg}{\pi}$
 ג. $2mgR$

ד. (1) $mgR \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$
 (2) $mgR \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$
 (3) $mg \sin \beta$

3

א. כן, זמן המחזור אינו תלוי במשקעת.

ב. (1) $0.5A \sqrt{\frac{K}{m}}$ (2) $\frac{A}{2}$
 ג. $\frac{A}{2} \cdot \frac{K}{m}$

ד. (1) המהירות המרבית קטנה, זמן המחזור יגדל, המשרעת קטנה.
 (2) המשרעת אינה משתנה, זמן המחזור גדל, המהירות קטנה.

5

א. $2.55 \cdot 10^7 m$
 ב. גדלה (פחות שלילית).
 ג. (1) $3.2 \cdot 10^3 m/sec$
 (2) $6.48 \cdot 10^6 m$
 ד. (1) $35 m/sec^2$
 (2) אפס
 ה. 18 שעות

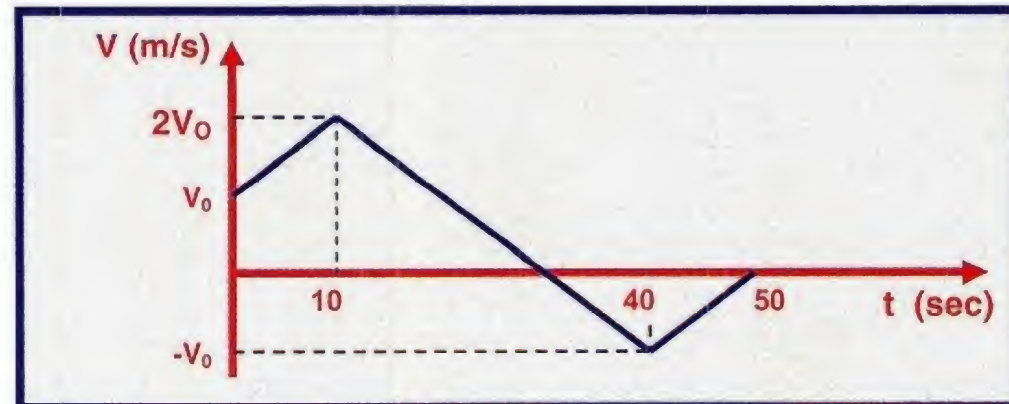
4

א. $\frac{g}{\omega^2 \left(\frac{M}{m} + 4 \right)}$
 ב. (1) mg
 (2) $\frac{4mg}{\frac{M}{m} + 4}$
 ג. (1) $\frac{mg}{M\omega^2}$
 (2) $R_{min} = \frac{mg - Mg\mu_s}{M\omega^2}$
 $R_{max} = \frac{mg + Mg\mu_s}{M\omega^2}$

מבחן מספר 12

לפניך גרף המתאר את מהירותה של מכונית הנעה לאורך קו ישר משמאל לימין. ברגע $t=0$ הגוף נמצא בנקודת הייחוס $X=0$. כיוון ימין נבחר כחיובי.

1



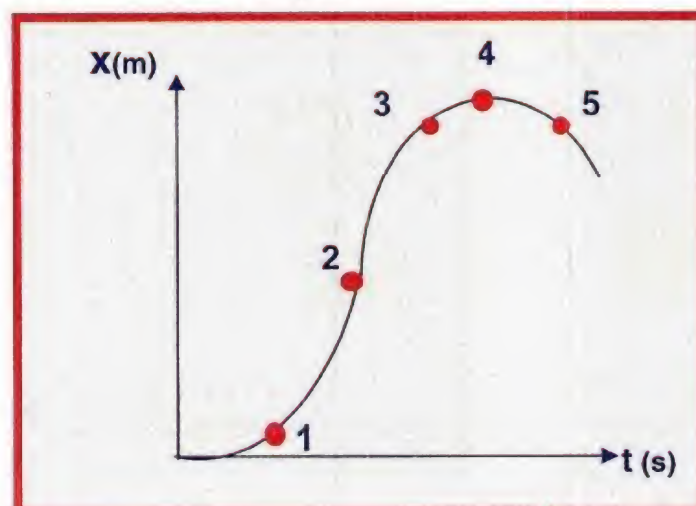
א. אם ידוע שב-10 השניות הראשונות המכונית עברה -150 (m) מהי מהירותה ההתחלתית? (8 נק')

ב. מהי תאוצת המכונית במשך 10 השניות הראשונות? (4 נק')

ג. כעבור כמה זמן מתחילת התנועה תגיע המכונית לנקודה הרחוקה ביותר מנקודת מוצאה? (6 1/3 נק')

ד. מה היתה מהירותה הממוצעת של המכונית בין $t=0$ ל- $t=50$ (s)? (6 נק')

ה. לפניך גרף המתאר באופן איכותי את מקום המכונית כפונקציה של הזמן במשך 40 השניות הראשונות של תנועתה. על הגרף סומנו מספר נקודות.

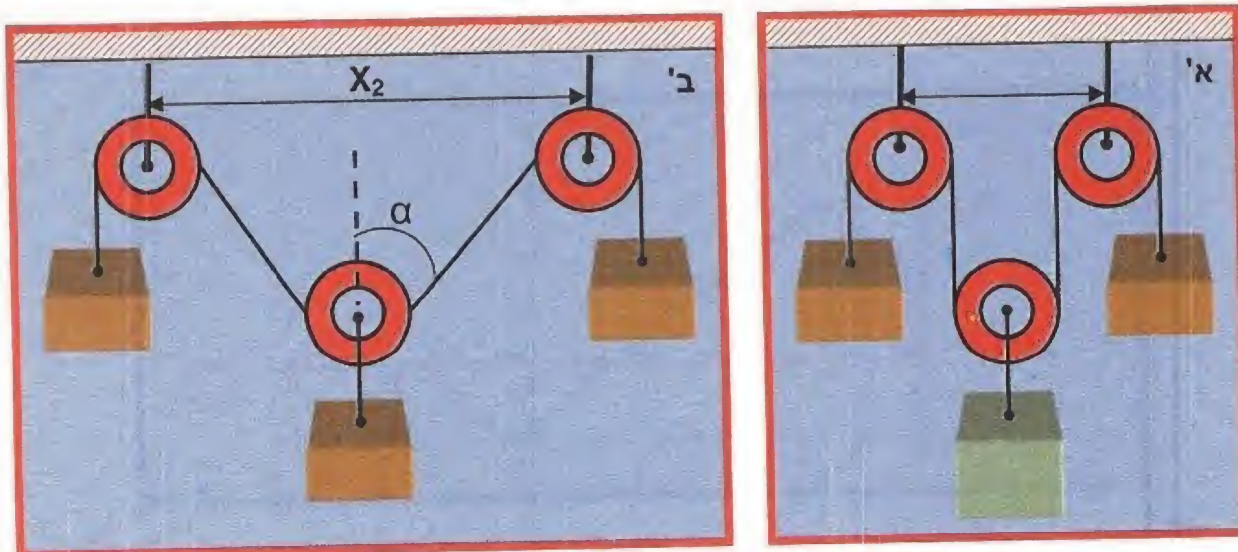


1. האם ייתכן שנקודות 1 ו-3 מייצגות נקודות בהן מהירות המכונית היתה שווה גם בגודל וגם בכיוון? נמק!

2. באיזו נקודה היתה מהירות המכונית מכסימלית? נמק!

3. אילו נקודות ייתכן שמייצגות נקודות בהן היתה למכונית מהירות שווה בגודל אך הפוכה בכיוון? נמק! (9 נק')

המערכת המתוארת בתרשים א' נמצאת בשיווי משקל. מסת החוטים והגלגלות ניתנות להזנחה, וכן כוחות חיכוך כלשהם ניתנים להזנחה.



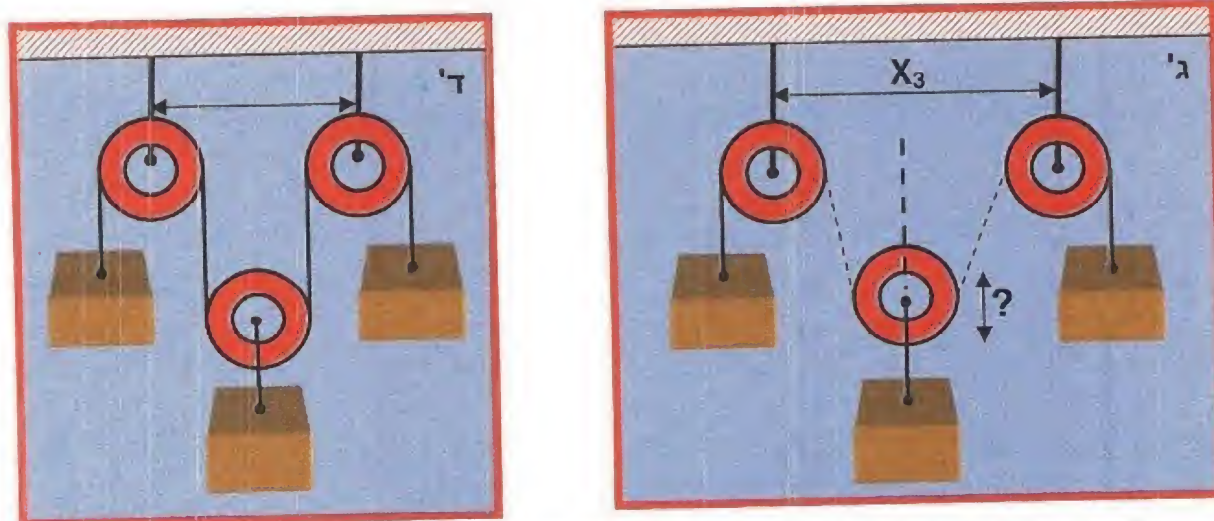
(6 נק')

א. מה יחס המסות m/M ?

ב. מרחיקים את שתי הגלגילות הקיצוניות ($X_2 > X_1$), ובמקום המסה M תולים מסה m (ראה תרשים ב').

מה תהיה הזווית α לאחר שהמערכת שוב תיוצב למצב של שיווי משקל? (7 נק')

ג. במצב בו המערכת נמצאת בתרשים ב', מקרבים את שתי הגלגילות הקיצוניות האחת לשניה. (ראה תרשים ג') $X_1 < X_3 < X_2$

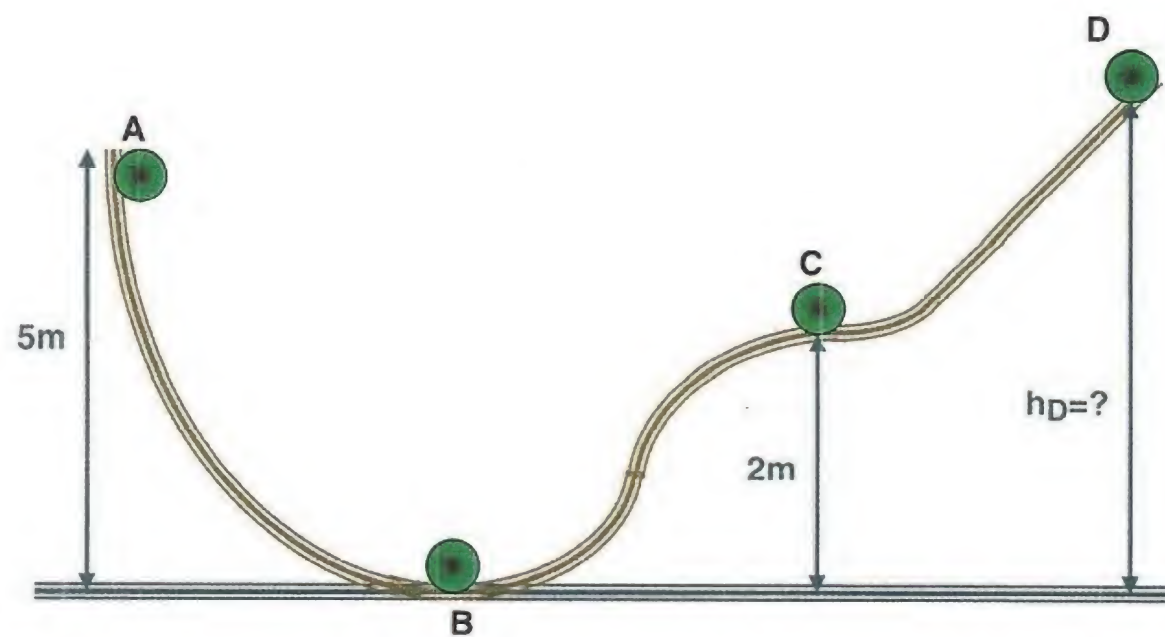


1. האם הזווית α תגדל, תקטן, או לא תשתנה? נמק! (6 נק')

2. האם המסה התלויה על הגלגלת הניידת תעלה, תרד, או לא תשנה את גובהה? נמק! (6 נק')

ד. במצב בו המערכת נמצאת בתרשים ג', מקרבים את שתי הגלגילות הקיצוניות האחת לשניה חזרה למרחק X_1 . (ראה תרשים ד') מה תהיה תאוצת המסה המחוברת לגלגלת הניידת? (8 1/3 נק')

גוף קטן מחליק בלי חיכוך על גבי מסילה ABCD (הגוף אינו ניתק מן המסילה במהלך תנועתו). הנקודה A נמצאת בגובה של 5m מעל משטח אופקי העובר דרך הנקודה B, והנקודה C נמצאת בגובה של 2m מעל המשטח. (ראה תרשים א')



- (א) מהי מהירות הגוף בנק' A אם ידוע שמהירותו בנק' C היא 8 (m/sec) ? (8 נק')
- (ב) מהו גובה הנק' D אם ידוע שהיא מציינת את שיא הגובה אליו הגיע הגוף? (8 נק')
- (ג) אילו המסילה היתה מונחת על הירח ($g_m < g_E$) האם היו תשובותיך לסעיפים א' ו- ב משתנות? אם לא-נמק מדוע. אם כן- מה יהיה השינוי? (10 נק')
- (ד) מדוע יש שימור אנרגיה למרות שפועלים על הגוף הכוח שמפעילה המסילה וכוח-הכובד? ($7\frac{1}{3}$ נק')

4

לתוך עגלה שבה מיכל מים ריק נופלות טיפות גשם במאונך לקרקע בקצב אחד של 0.5 ליטר לשניה. מסת העגלה עם המיכל הריק $M=300$ (kg). העגלה נוסעת במהירות קבועה של $V=3$ (m/sec) (ראה תרשים א').

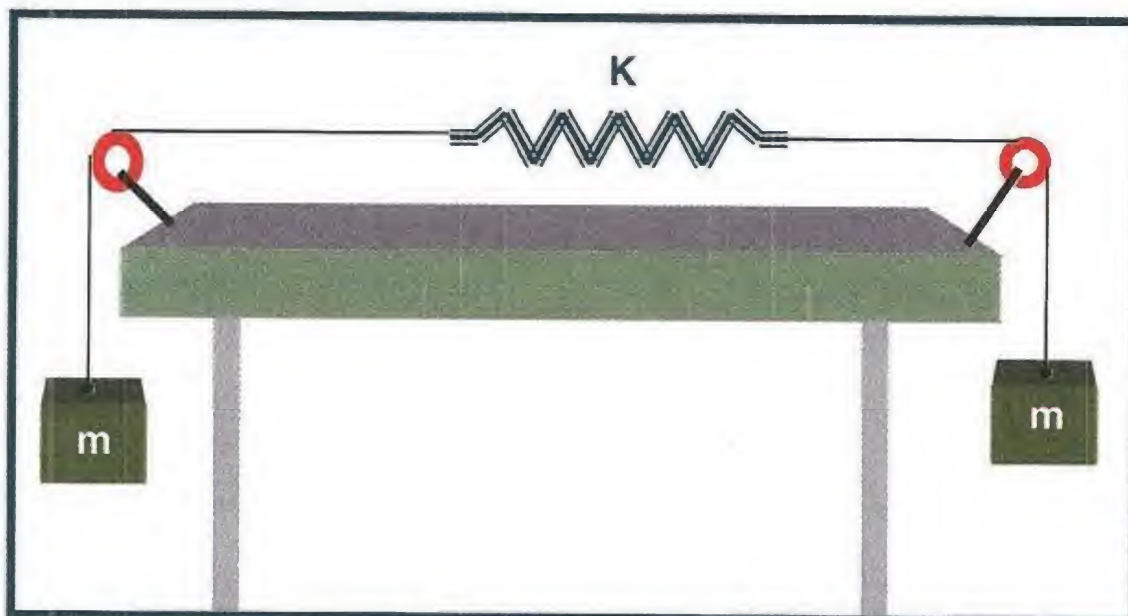


- חשב את הכוח הדרוש להמשיך את התנועה באותה המהירות. (6 נק')
- כמה אנרגיה נדרשת על מנת לשמור על המהירות הקבועה? (6 נק')
- חשב איזה חלק מהאנרגיה שחישבת בסעיף ב' הפך לאנרגיית תנועה של המים ואיזה חלק הפך לחום. (6 נק')
- לאחר 12 דקות פסק הגשם והעגלה נמצאת במנוחה. פותחים פתח בחלקו האחורי של המיכל והמים נפלטים אחורה בקצב של 40 ק"ג לשניה ובמהירות של 8 (m/sec) יחסית לעגלה (ראה תרשים ב').



- חשב את הכוח הממוצע הפועל על העגלה בשעת פליטת המים בשניה הראשונה. (6 נק')
- חשב את תאוצת העגלה 3 שניות אחרי התחלת פליטת המים. (העגלה חופשית לנוע והחיכוך זניח). (6 נק')
- עקב פליטת המים-האם התנועה היא בתאוצה גדלה, קטנה או קבועה? נמק! (3½ נק')

שני גופים שמסת כל אחד מהם היא m מחוברים לקפיץ, שקבוע הכוח שלו K כמתואר בתרשים. נתונים: m, g, k .



- א. מהי התארכות הקפיץ כשהמערכת במצב שיווי משקל? (8 נק')
- ב. מושכים כלפי מטה כל אחד מהגופים מרחק d ממצבו בשיווי המשקל ומשחררים אותם ממנוחה בזמנית. (d נתון)
מהו זמן המחזור של התנודות? (6 נק')
- ג. מהי המהירות המכסימלית של כל אחד מהגופים במהלך התנודות? (6 נק')
- ד. מהו ההעתק מנקודת שיווי – המשקל של אחד הגופים, שעבורו האנרגיה הקינטית שלו שווה למחצית האנרגיה הקינטית המכסימלית שלו? (8 נק')
- ה. מהי האנרגיה האלסטית המכסימלית האגורה בקפיץ? ($5\frac{1}{3}$ נק')

תשובות – מבחן מספר 12

1

א. 10 m/sec
 ב. 1 m/sec^2
 ג. 30 sec
 ד. 5 m/sec
 ה. (1) כן
 (2) נקודה 2
 (3) נקודות 3 ו-5

2

א. $M=2m$
 ב. $\alpha=60^\circ$
 ג. (1) לא תשתנה.
 (2) תעלה.
 ד. $1/3 g$

3

א. 2 m/sec
 ב. 5.2 m
 ג. V_A גדל, h_D גדל ($h_D=21.2\text{m}$, $V_A=7.348\text{m/sec}$)
 ד. כוח הכובד - כוח משמר.
 כוח נורמלי - מאונך לכיוון ההתקדמות.
 אינו מבצע עבודה.

5

א. $\frac{mg}{K}$
 ב. $2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{2K}}$
 ג. $\sqrt{\frac{2K}{m}} \cdot d$
 ד. $\frac{d}{\sqrt{2}}$
 ה. $\frac{K \cdot \left(2d + \frac{mg}{K}\right)^2}{2}$

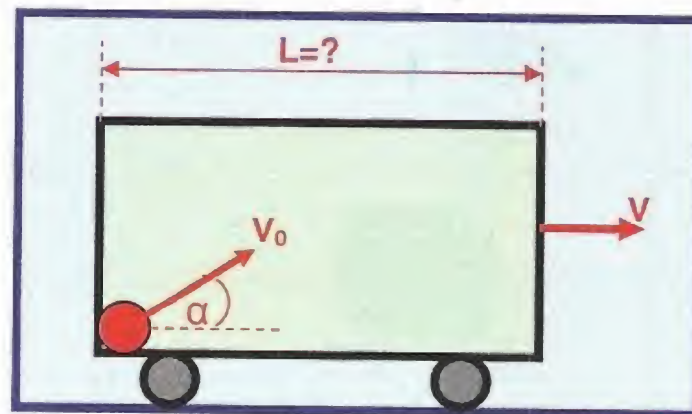
4

א. 1.5 N
 ב. 4.5 J
 ג. 50%
 ד. (1) 320 N
 (2) 0.59 m/sec^2
 (3) התאוצה גדלה (מסה קטנה).

מבחן מספר 13

קרון שאורכו L נע ימינה במהירות קבועה של $V=8\text{ (m/s)}$. מתחתית הדופן האחורית של הקרון נזרק כדור קטן במהירות $V_0=5\text{ (m/s)}$ יחסית לקרון ובזווית $\alpha=37^\circ$ יחסית לריצפת הקרון. (ראה תרשים)

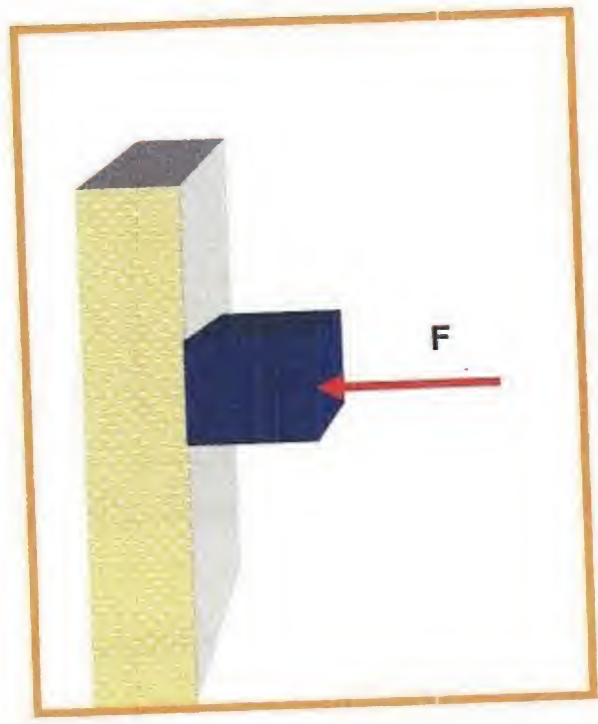
1



- א. מהי מהירות הכדור יחסית לארץ (גודל וכיוון) ? (6 נק')
- ב. מה צריך להיות אורכו המינימלי של הקרון L , בכדי שהכדור יפגע בתחתית הדופן הקדמית של הקרון? ($6\frac{1}{3}$ נק')
- ג. בהנחה שהכדור פוגע בתחתית הדופן הקדמית של הקרון חשב את:
 1. המרחק שעבר הכדור יחסית לארץ. (5 נק')
 2. המרחק שעבר הקרון. (5 נק')
- ד. מה הקשר בין המרחקים שחשבת בסעיף ג' לגודל שחשבת בסעיף ב'? הסבר. (5 נק')
- ה. באיזו מהירות ובאיזו כיוון צריך לנוע אדם מחוץ לקרונית בכדי שיראה את הכדור:
 1. בתנועה אופקית ימינה. (3 נק')
 2. בתנועה אנכית כלפי מעלה. (3 נק')

2

בסדרת ניסויים מדדו את התאוצה של גוף בעל מסה $m=2(\text{kg})$ הנתמך ע"י קיר אנכי, כשבכל ניסוי הפעילו כוח אופקי קבוע אחר.
(ראה תרשים)



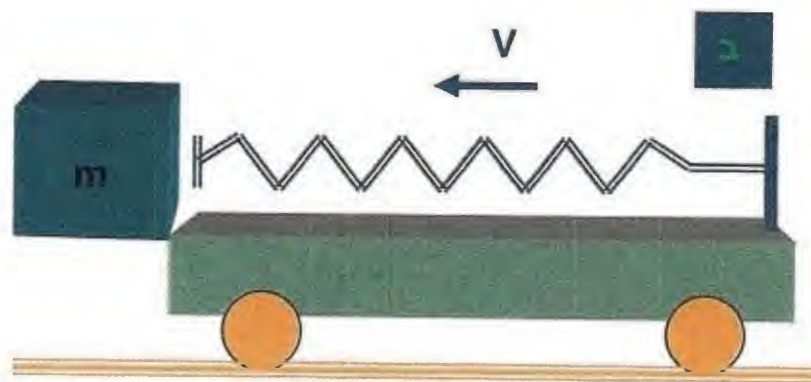
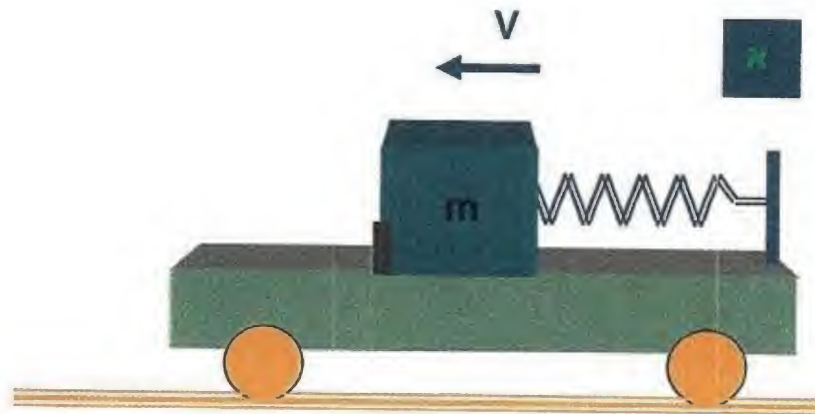
תוצאות המדידה רשומות בטבלה שלפניך:

F(N)	10	20	30	40	50
a(m/s ²)	9	8	7	6	5

- סרטט את הכוחות הפועלים על הגוף בהיותו בתנועה, ובנה גרף המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הכוח האופקי. (7 נק')
- בלי להסתמך על תוצאות המדידות, כתוב שיוויון המתאר את הקשר בין תאוצת הגוף לבין הכוח האופקי.
האם צורת הקו בגרף שסרטטת בסעיף א' מתאים לשיוויון שכתבת? הסבר. (10 נק')
- מהם שיעורי הנקודה, שבה הגרף שסרטטת חותך את הציר האנכי (הציר של התאוצה)? מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר. (5 נק')
- מהם שיעורי הנקודה שבה הגרף שסרטטת חותך את הציר האופקי (הציר של הכוח האופקי)? מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר! (5 נק')
- על סמך השיוויון שכתבת והגרף שבנית חשב את מקדם החיכוך בין הגוף לבין הקיר. (6 1/3 נק')

עגלה שמסתה M נעה במהירות V על רצפה אופקית חלקה. אל הקצה הימני של העגלה מחובר קפיץ שאליו לוחצים גוף שמסתו m כך, שהוא גורם לקפיץ להתכווץ בשיעור A . מעצור מונע מהגוף להיזרק מהעגלה. (ראה תרשים א')
ברגע מסויים משתחרר המעצור והגוף נזרק מתוך העגלה במהירות U ביחס לעגלה. הזנח את החיכוך בין הגוף לעגלה (ראה תרשים ב').

נתונים: A, V, U, m, M .



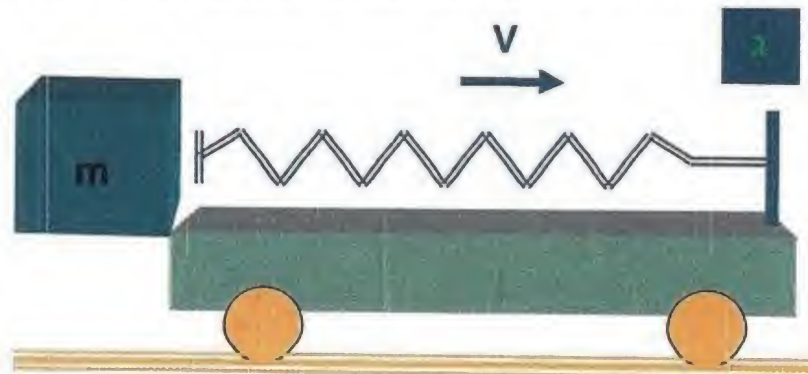
א. בטא את מהירות העגלה לאחר שהגוף נזרק ממנה בכיוון תנועתה. (8 נק')

ב. מהו המתקף שפעל על העגלה? (6 נק')

ג. כעבור כמה זמן ניתק הגוף מהעגלה? (6 נק')

ד. בעזרת נתוני השאלה, רשום משוואה אחת שמתוכה ניתן למצוא את קבוע הכוח של הקפיץ K . (אינך נדרש למצוא ביטוי עבור K) (8 נק')

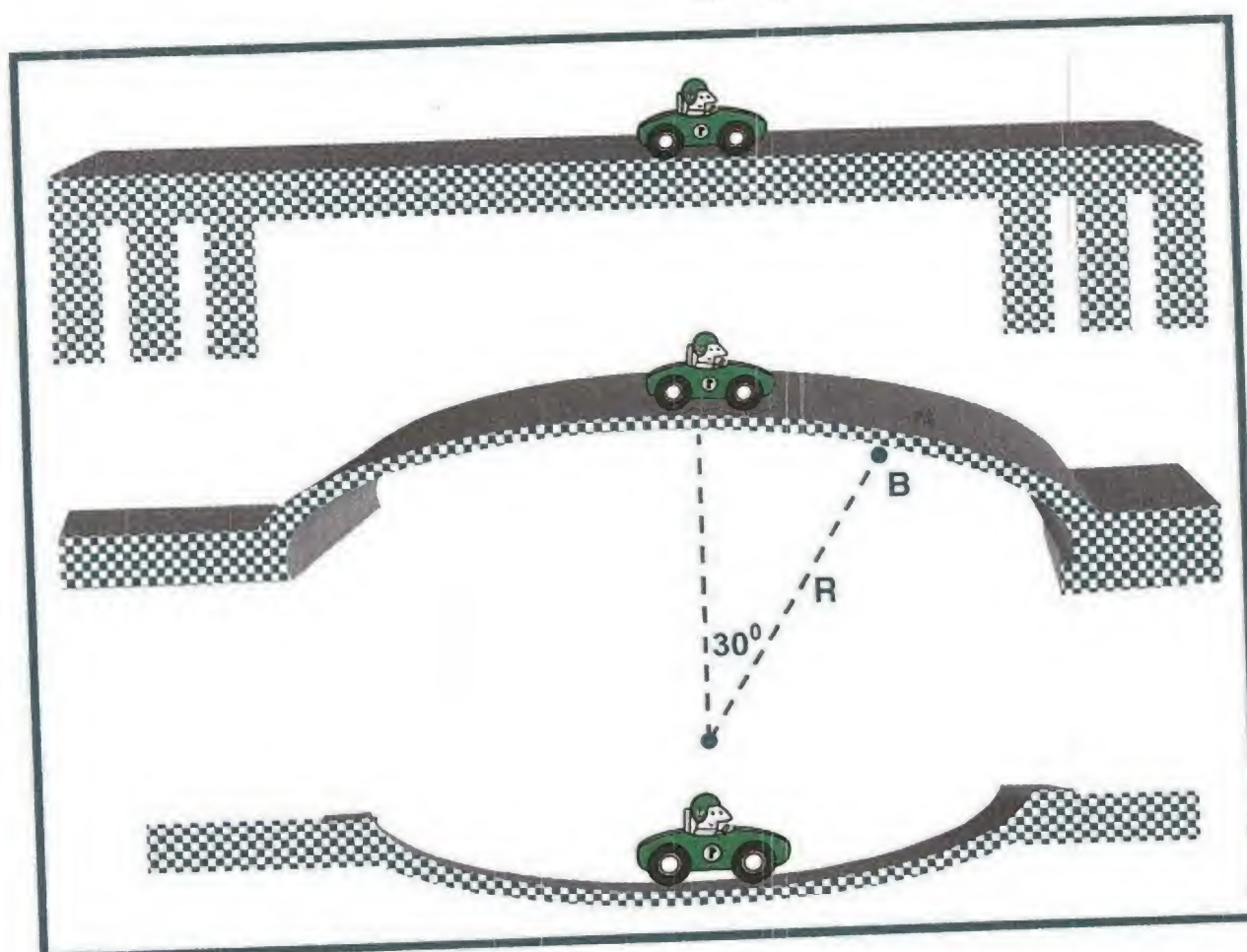
ה. בטא את מהירות העגלה לאחר שהגוף נזרק ממנה כשהיא נעה ימינה במהירות V והגוף נזרק שמאלה במהירות U ביחס לעגלה (ראה תרשים ג'). (5½ נק')



מכונית שמסתה $m=2000(\text{kg})$ עוברת על פני מרכז הגשר במהירות קבועה של $V=80(\text{km/h})$.

א. מהו הכוח בו מעיקה המכונית על מרכז הגשר אם הגשר:

1. אופקי? (4 נק')
2. קמור ורדיוסו $R=60(\text{m})$? (4 נק')
3. קעור ורדיוסו $R=60(\text{m})$? (4 נק')

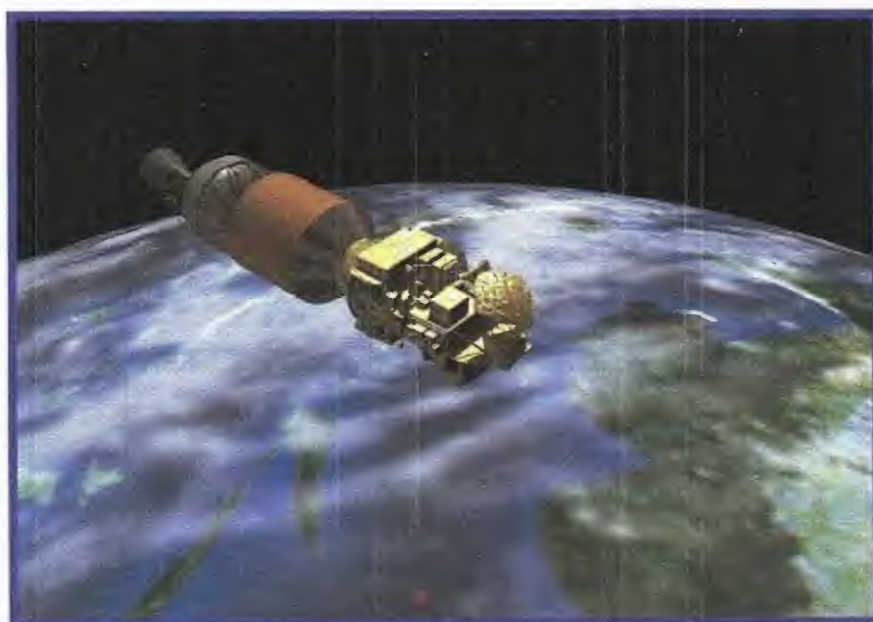


ב. הסבר מדוע מרבית הגשרים בנויים כך שהם מקומרים כלפי המרכז. (4 נק')

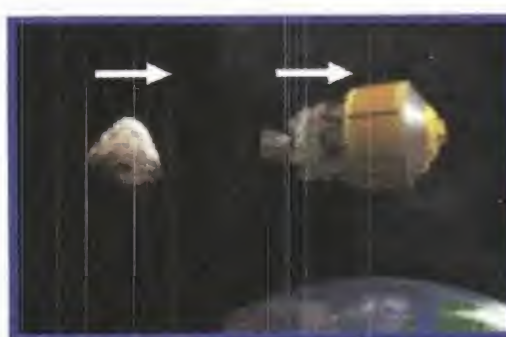
ג. באיזו מהירות היה צריך לנסוע הנהג על גבי הגשר המקומר בכדי שבמרכז הקימור הוא לא יעיק על מושבו? (6 נק')

ד. מהו הכוח בו מעיקה המכונית על הגשר בנקודה B? ($11\frac{1}{3}$ נק')

חללית מקיפה את כדור הארץ במסלול מעגלי בזמן מחזור של 3 שעות.




- א. באיזה גובה מעל פני כדור הארץ חגה החללית? (6 נק')
 - ב. מהי המהירות המשיקית של החללית? (6 נק')
 - ג. מטאוריט פגע בחללית. מהי תוספת המהירות המינימלית שצריכה לקבל החללית, על מנת שתמלט מהשפעת כדור הארץ אם פגיעת המטאוריט הייתה
- (1) בכיוון התנועה של החללית? (8 נק')
 - (2) בניצב לכיוון התנועה של החללית? (8 נק')



תשובות – מבחן מספר 13

2

א. 

ב. $g - \frac{F\mu_k}{m} = a$

ג. g

ד. $F = \frac{mg}{\mu_k} = 100N$

ה. 0.2

1

א. $14^\circ, 12.36$

ב. 2.4 m

ג. 7.2 m (1)
4.8 m (2)

ד. הפרש המרחקים ב- ג'
שווה לאורך הקרון שחושב בסעיף ב'.

ה. (1) לנוע כלפי מעלה במהירות של 3 m/sec
(2) לנוע ימינה במהירות של 12 m/sec

3

א. $V - \frac{m}{M}U$

ב. $-mU$

ג. $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{K}}$

ד. $V + \frac{m}{M}U$

ה. $\frac{KA^2}{2} + \frac{(m+M)V^2}{2} = \frac{M\left(V - \frac{m}{M}U\right)^2}{2} + \frac{m(V+U)^2}{2}$

5

א. $4.174 \cdot 10^6 \text{ m}$

ב. 6151.9 m/sec

ג. 2548.39 m/sec (1)
6152.17 m/sec (2)

4

א. 20000 N (1)
3539 N (2)
36460.9 N (3)

ב. הקטנת ההעתקה.

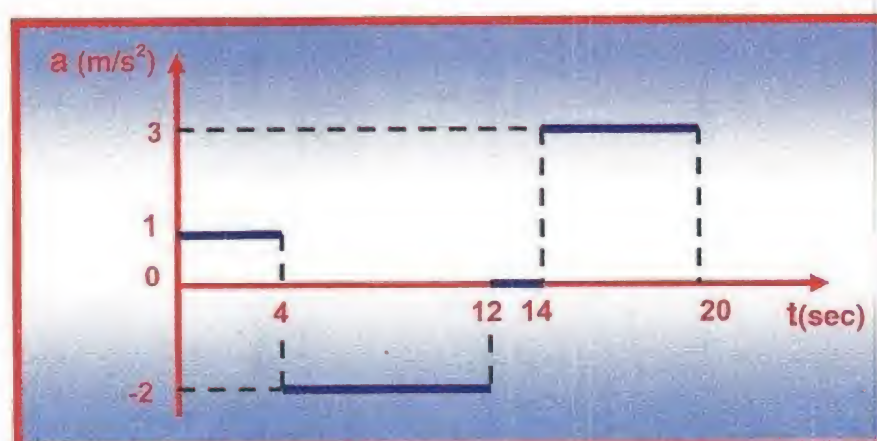
ג. 24.49 m/sec

ד. 859.6 N

מבחן מספר 14

ברגע $t=0$ גוף מתחיל לנוע ימינה לאורך קו ישר. הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן.

1

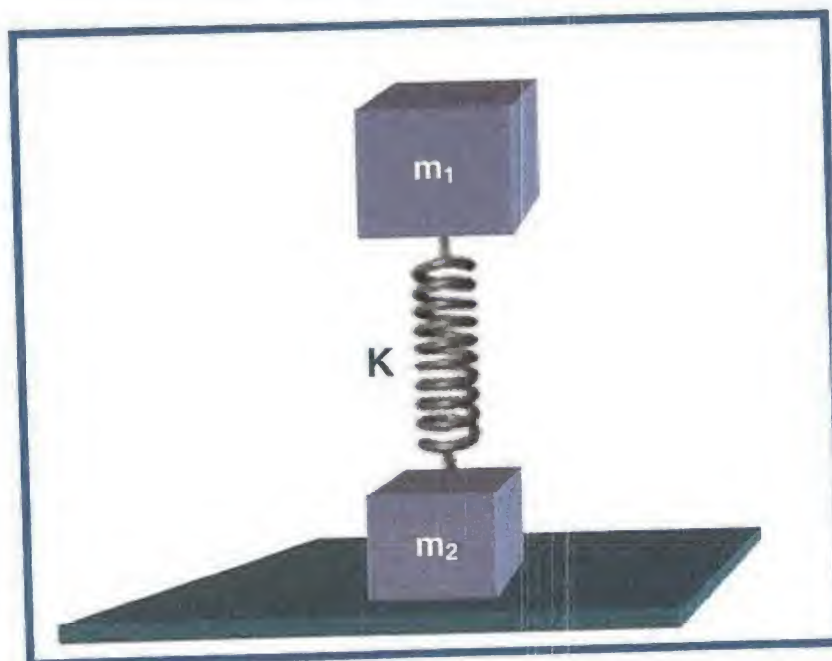


- מה מייצג השטח שבין גרף התאוצה לציר הזמן? (3 נק')
- סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף מרגע $t=0$ עד רגע $t=20$ (s). האם הגוף משנה את כוון תנועתו? אם לא – נמק. אם כן – ציין מתי ונמק. (13 נק')
- האם במהלך תנועתו הגוף חוזר לנקודת המוצא (נקודה שממנה יצא ברגע $t=0$)? אם כן – באיזה רגע? אם לא – נמק. (5 נק')
- העתק את הטבלה והשלם בה את השורה הראשונה. (3½ נק')

פרק הזמן	כיוון המהירות	כיוון התאוצה	כיוון הכוח השקול הפועל על הגוף
$0 < t < 4$	ימינה		

- השלם את הטבלה עבור פרקי זמן אחרים. חלק את הזמן $4(s) < t < 20(s)$ כך, שבכל פעם שכיוונו של אחד או יותר מן הווקטורים שבטבלה משתנה, יתחיל פרק זמן חדש. אם ווקטור מסוים שווה לאפס – רשום זאת בטבלה. (9 נק')

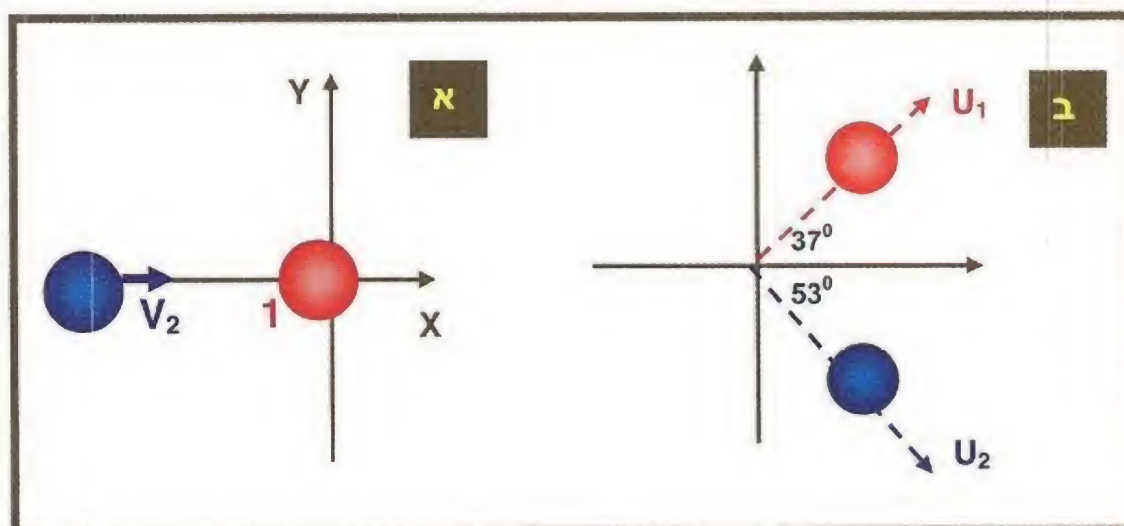
גוף שמסת $m_1 = 4\text{kg}$ מחובר לקצהו של קפיץ אנכי שקבוע הכוח שלו $K = 50(\text{N/m})$. לקצהו התחתון של הקפיץ מחובר גוף שמסתו $m_2 = 2\text{kg}$. במצב המתואר בתרשים המערכת נימצאת במנוחה.



- א. מהי מידת הכיווץ של הקפיץ כשהמערכת בשיווי משקל ? (6 נק')
- ב. באיזה כוח מעיק הבול m_2 על המשטח ? (6 נק')
- ג. מהו הכוח המרבי בו ניתן למשוך את m_1 כלפי מעלה מבלי שהבול m_2 יתנתק מהריצפה ? (6 נק')
- ד. מהי משרעת התנודות, ומהי התארכות הקפיץ ממצבו הרפוי, אם לאחר שמפעילים את הכוח המרבי המתואר בסעיף הקודם משחררים את m_2 ממנוחה ? (10 נק')
- ה. מהי מהירות הבול m_2 בעוברו בנקודת שווי המשקל ? (5/3 נק')

3

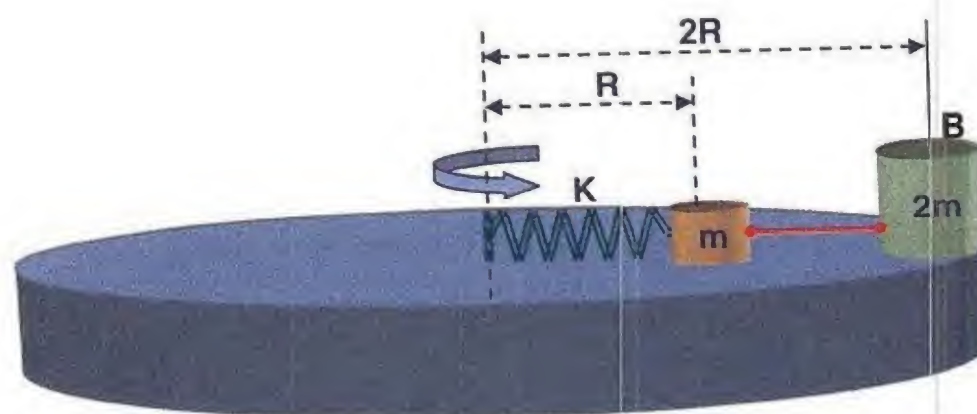
בתרשים א' מתואר במבט מלמעלה משטח של שולחן חלק ועליו שתי דסקיות: דסקית 2 שמסתה m נעה בכיוון החיובי של ציר ה- X במהירות שגודלה $V_2 = 5 \text{ (m/sec)}$, ודסקית 1 שמסתה אף היא m נחה בראשית של מערכת צירים הנמצאת במישור השולחן. לאחר התנגשות שתי הדסקיות זו בזו, נעה דסקית 1 בזווית $\alpha = 37^\circ$ עם הציר X , ודסקית 2 בזווית $\beta = 53^\circ$ מתחת לכיוון החיובי של ציר ה- X , כמתואר בתרשים ב'.



- א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים) האם ההתנגשות הייתה אלסטית? (6 נק')
- ב. חשב את גודל המהירויות של הדסקיות לאחר ההתנגשות. (12 נק')
- ג. מהו המתקף (גודל וכיוון) שהפעילה דסקית 1 על דסקית 2? (6 נק')
- ד. אמת את תשובתך לסעיף א' בעזרת חישוב. (5 נק')
- ה. האם ייתכן ששתי הדסקיות ינועו לאחר ההתנגשות ברביע הראשון של מערכת הצירים? הסבר. (4½ נק')

4

שולחן עגול וחלק מסתובב סביב ציר העובר במרכזו במהירות זוויתית קבועה ω . שני גופים נעים יחד עם השולחן.
 גוף A שמסתו m קשור לציר השולחן באמצעות קפיץ (K-קבוע הקפיץ, λ -אורכו במצב רפוי) ולגוף B שמסתו $2m$. הגופים מחוברים ביניהם באמצעות חוט (ראה תרשים).



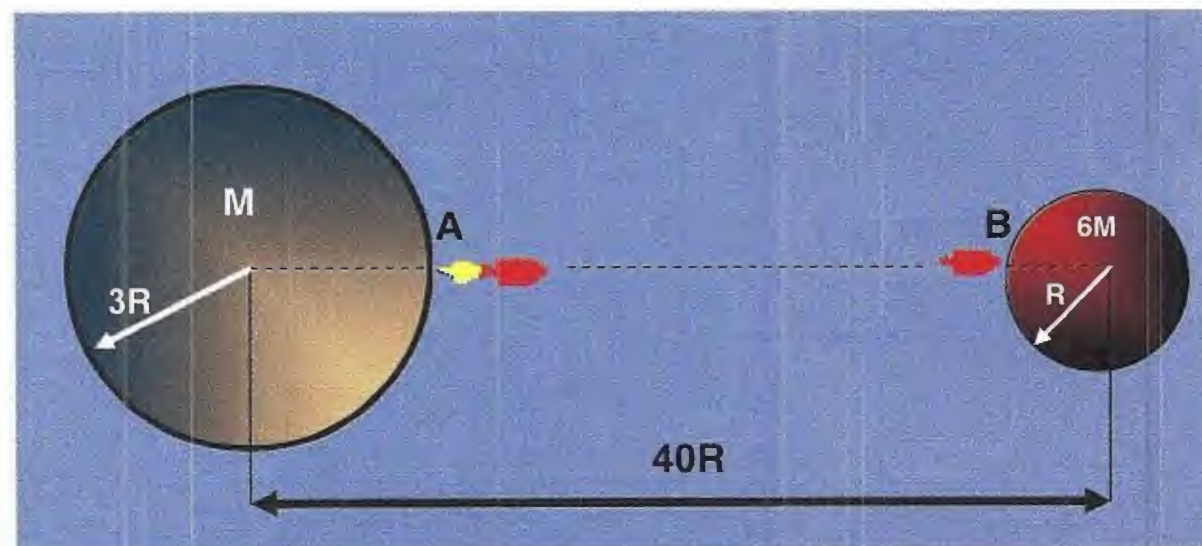
בזמן הסיבוב מרחקו של גוף A מהמרכז הוא R , ושל גוף B $2R$.
 באמצעות m, ω, k, λ בטא את:

- רדיוס הסיבוב R של הגופים. (10 נקודות)
- מתיחות החוט המחובר בין הגופים. (5 נקודות)
- קבע והסבר באופן איכותי (במילים) על מי משני הגופים פועל כוח שקול גדול יותר. (5 נקודות)
- האם לביטוי שמצאת בסעיף א' יש משמעות פיסיקלית בכל מהירות זוויתית? נמק! (7 נקודות)
- חשב את מסת כל אחד מהגופים אם נתון: $R=1\text{m}$, $\lambda=0.5\text{m}$, $K=72\text{N/m}$, $\omega=3\text{rad/sec}$. (6 1/3 נקודות)

5

מרכזיהם של שני כוכבים כדוריים נמצאים במרחק $40R$ זה מזה. מסת אחד הכוכבים היא M ורדיוסו $3R$, מסת הכוכב השני היא $6M$ ורדיוסו R , מסת הטיל היא m . (ראה תרשים)

נתונים: G, R, M, m



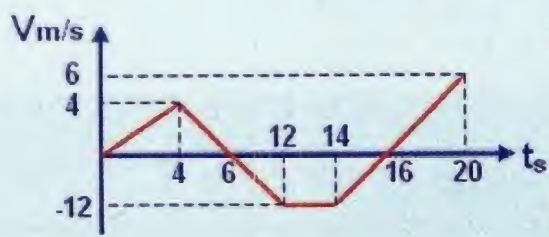
- באיזה מרחק מהכוכב שמסתו M (על קו ישר שבין מרכזי שני הכוכבים) תהיה עוצמת שדה הכבידה אפס? (9 נק')
- מהי המהירות ההתחלתית המינימלית שיש להעניק לטיל הנשלח מנקודה A על הכוכב הראשון, כדי שיוכל להגיע אל הכוכב השני? (9 נק')
- באיזו מהירות יפגע הטיל בנקודה B הנמצאת על הכוכב השני? (בתנאי המהירות המינימלית מסעיף ב'). (9 נק')
- כמה עבודה צריך להשקיע בכדי לגרום לטיל לנחות נחיתה רכה (במהירות אפס) על הכוכב השני? ($6\frac{1}{3}$ נק')

תשובות – מבחן מספר 14

1

א. שינוי המהירות

ב.



ג. לא

ד. +

פרק הזמן	כיוון המהירות	כיוון התאוצה	כיוון הכוח השקול הפועל על הגוף
$0 < t < 4$	ימין	ימין	ימין
$4 < t < 6$	ימין	שמאל	שמאל
$6 < t < 12$	שמאל	שמאל	שמאל
$12 < t < 14$	שמאל	0	0
$14 < t < 16$	שמאל	ימין	ימין
$16 < t < 20$	ימין	ימין	ימין

2

א. 0.8 m

ב. 60 N

ג. 60 N

ד. 0.4 m

ה. 2 m/sec

3

א. כן, אלסטית (הזווית בין הכדורים היא 90° והמסות זהות).

ב. 4 m/sec , 3 m/sec

ג. 4 m , בזווית של 37° מתחת לציר ה-x השלילי.

ד.
$$\frac{m \cdot 5^2}{2} = \frac{m \cdot 4^2}{2} + \frac{m \cdot 3^2}{2}$$

ה. לא, התנע ההתחלתי רק בציר ה-x, לא ייתכן רכיב בציר ה-y.

4

א. $\frac{Kl}{K - 5m\omega^2}$, $\frac{2Kl}{K - 5m\omega^2}$

ב. $\frac{4mKl}{\frac{K}{\omega^2} - 5m}$, ד. לא, $k \neq 5m\omega^2$

ג. על 2m ה. 1.6kg, 0.8 kg

5

א. 11.59 R

ב. $0.629 \cdot \sqrt{\frac{GM}{R}}$

ג. $3.38 \cdot \sqrt{\frac{GM}{R}}$

ד. $-5.728 \cdot \frac{GMm}{R}$

מבחן מספר 15

מכונית החלה לנוע ממנוחה ונעה בקו ישר. במהלך תנועתה תלמיד רשם את מקומה של המכונית במרווחי זמן של 2 שניות. הוא הגדיר את הרגע שבו נערכה המדידה הראשונה כ- $t=0$.

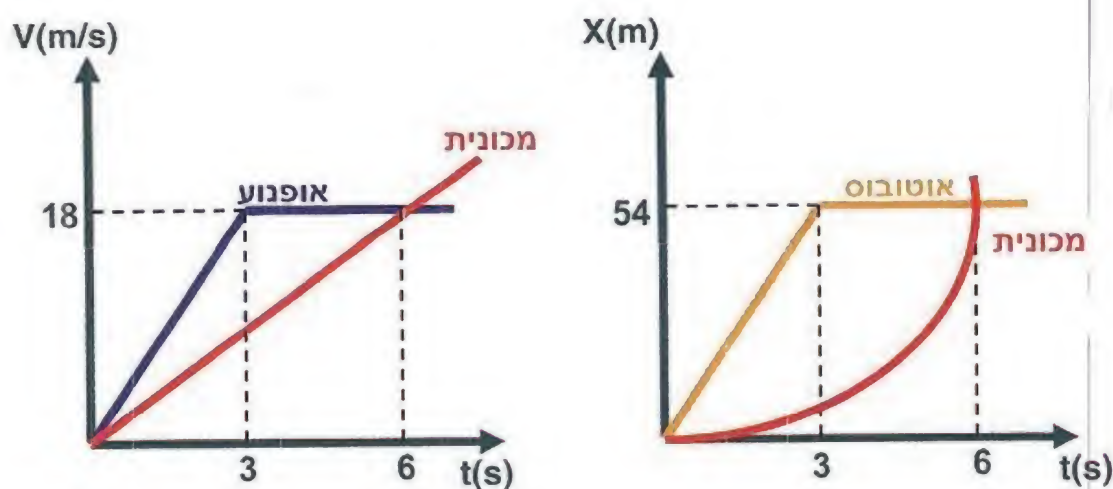
התלמיד חישב את מהירויות המכונית ברגעים השונים, ורשם את תוצאות המדידות בטבלה שלפניך.

מקום X(m)	0	6	24	54	96	150	216
מהירות V(m/s)	0	6	12	18	24	30	36

א. שרטט גרף של v^2 כפונקציה של x , וחשב על פי הגרף את תאוצת המכונית. (8 נק')

ב. חשב מתי היה העתק המכונית 100(m), ומה היתה אז מהירותה. (8 נק')

ג. ברגע בו מתחילה המכונית להאיץ מתחילים לנוע מאותו המקום ובאותו הכיוון אופנוע ואוטובוס. תרשים א' מתאר את מהירויות המכונית והאופנוע כפונקציה של הזמן. תרשים ב' מתאר את מקום המכונית והאוטובוס כפונקציה של הזמן.



עבור 6 השניות הראשונות:

1) האם מהירותה הממוצעת של המכונית שווה למהירותו הממוצעת של האופנוע? נמק. (6 נק')

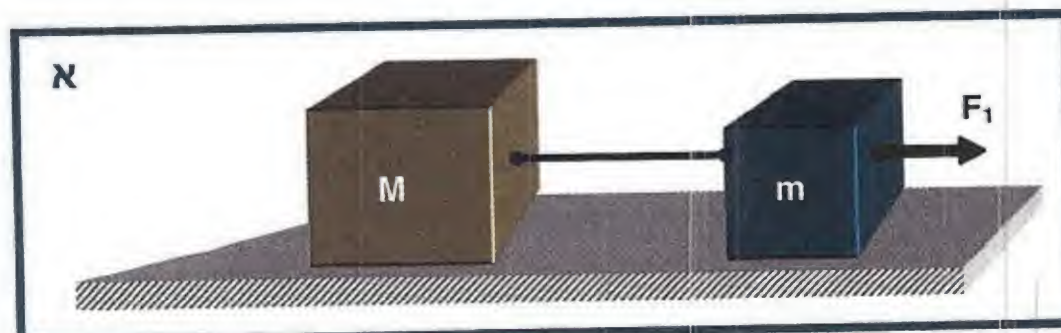
2) האם מהירותה הממוצעת של המכונית שווה למהירותו הממוצעת של האוטובוס? נמק. (6 נק')

ד. ברגע $t = 3$ (s) מה היתה המהירות היחסית:

1) בין המכונית לאופנוע? (2 נק')

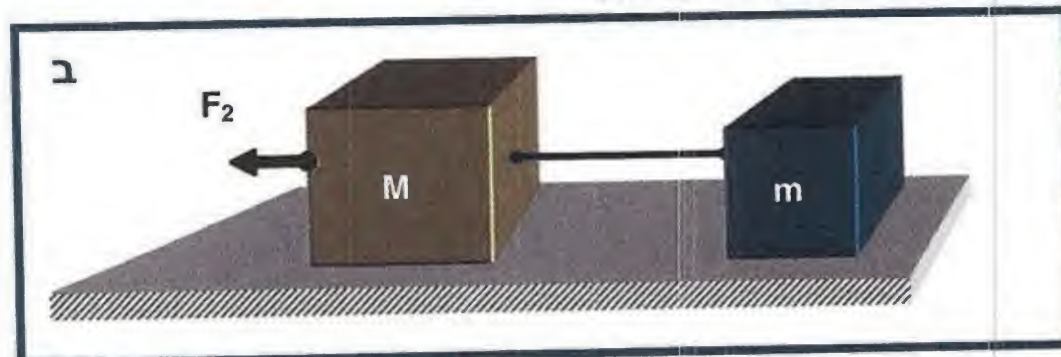
2) בין המכונית לאוטובוס? (3/2 נק')

על משטח אופקי חסר חיכוך מונחים שני גופים שמסותיהם: $m=1(\text{kg})$ ו- $M=2(\text{kg})$.
 הגופים קשורים זה לזה באמצעות חוט שמסתו זניחה.
 המתיחות המרבית המותרת בחוט המחבר את הגופים היא $T=12(\text{N})$.
 כוח חיצוני F_1 המקביל למשטח פועל על הבול שמסתו m (ראה תרשים א').



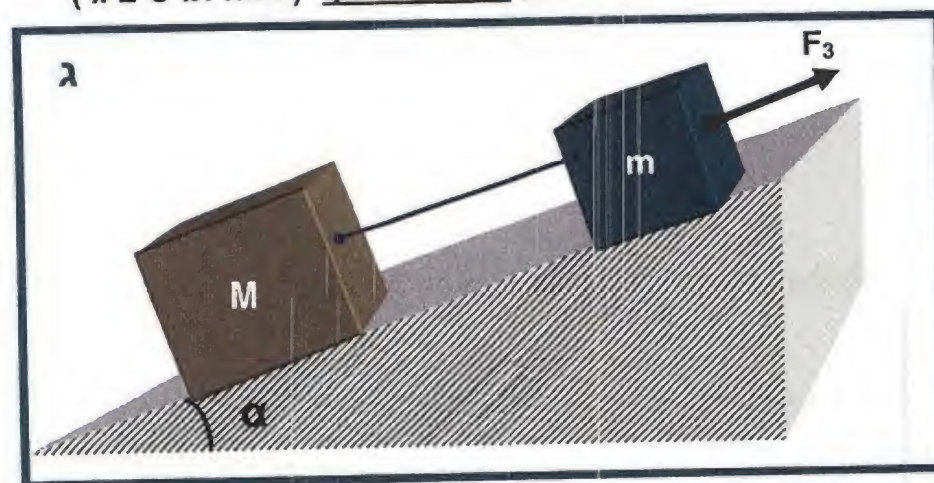
א. מהו גודלו המרבי האפשרי של הכוח F_1 שניתן להפעיל על הגוף שמסתו m כך שהגופים ינועו במשותף? (8 נק')

ב. מהו גודלו המרבי האפשרי של הכוח F_2 שניתן להפעיל על הגוף שמסתו m כך שהגופים ינועו במשותף? (6 נק')



ג. האם תאוצת המערכת במצב א' שווה לתאוצת המערכת במצב ב'? חשב מהי. (6 נק')

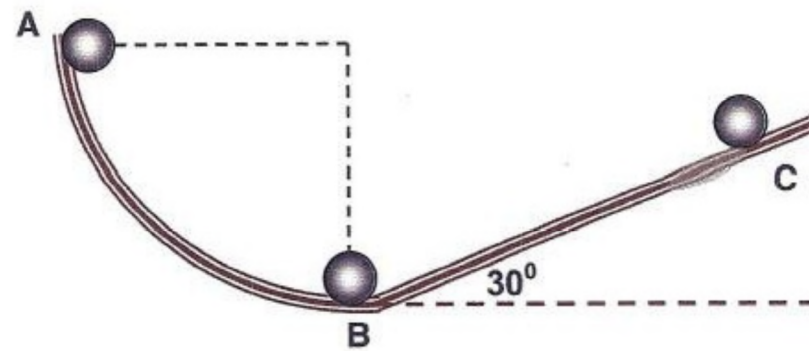
ד. מטרים את המשטח בזווית $\alpha = 30^\circ$, המשטח חלק. (ראה תרשים ג')



1. מהו גודלו המרבי האפשרי של הכוח F_3 שניתן להפעיל על הגוף שמסתו M כך שהגופים ינועו במשותף? (7 1/3 נק')

2. הכוח F_3 חדל לפעול תוך כדי תנועת הבולים כלפי מעלה. מהי המתיחות בחוט? נמק. (6 נק')

גוף שמסתו $m=0.4(\text{kg})$ משוחרר ממנוחה בנקודה A. הגוף נע לאורך מסילה AB בצורת רבע מעגל שרדיוסו $R=80(\text{cm})$. בנקודה B מהירות הגוף $V=2(\text{m/sec})$. לאחר מכן הוא נע לאורך מסילה ישרה BC הנטויה בזווית 30° ביחס לאופק. ב-C מהירות הגוף שווה לאפס (ראה תרשים).

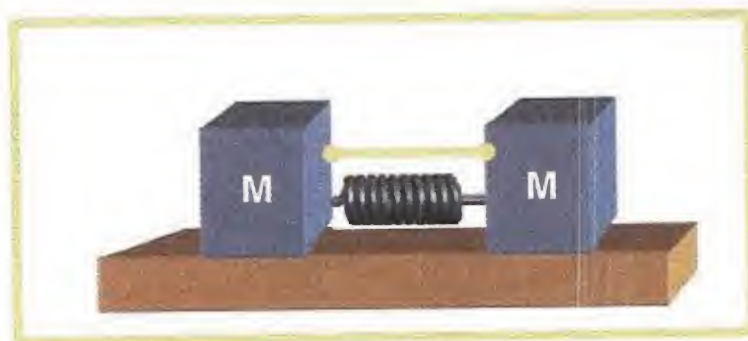


- (א) חשב כמה אנרגיה הפכה לחום במהלך התנועה מ-A ל-B. (8 נק')
- (ב) מה גודלו של כוח החיכוך שפעל במסילה המעגלית, בהנחה שהוא קבוע לאורך כל מסלול התנועה. (7 נק')
- (ג) חשב את גובה נקודה C. (7 נק')
- (ד) כמה עבודה ביצע כוח החיכוך במהלך התנועה מ-A ל-C? (6 נק')
- (ה) מהי מהירות הגוף בהיותו במסילה הישרה BC בגובה של $0.1(\text{m})$ מעל לקרקע? (5 1/3 נק')

4

בסדרת ניסויים לחקירת תנועה הרמונית פשוטה מניחים בכל ניסוי על משטח אופקי וחלק שתי מסות שוות שמסת כל אחת מהן M , ומחברים אותן לקפיץ המכווץ ב- 0.5 m .

מחזיקים את הקפיץ מכווץ ע"י חוט המחובר לגופים וברגע מסוים מנתקים את החוט (ראה תרשים).



מודדים את זמן המחזור של תנודות המערכת. תוצאות הניסוי מתוארות בטבלה שלפניך:

$T(\text{sec})$	$M(\text{kg})$	\sqrt{M}
0.63	1	
0.88	2	
1.10	3	
1.25	4	
1.40	5	

א. מבלי להסתמך על תוצאות הניסוי, נמק האם תנועת המסות לאחר ניתוק החוט היא תנועה הרמונית פשוטה? (5 נק')

ב. חשב ורשום בטבלה את הערכים של \sqrt{M} ושרטט גרף של T כפונקציה של \sqrt{M} . (6 נק')

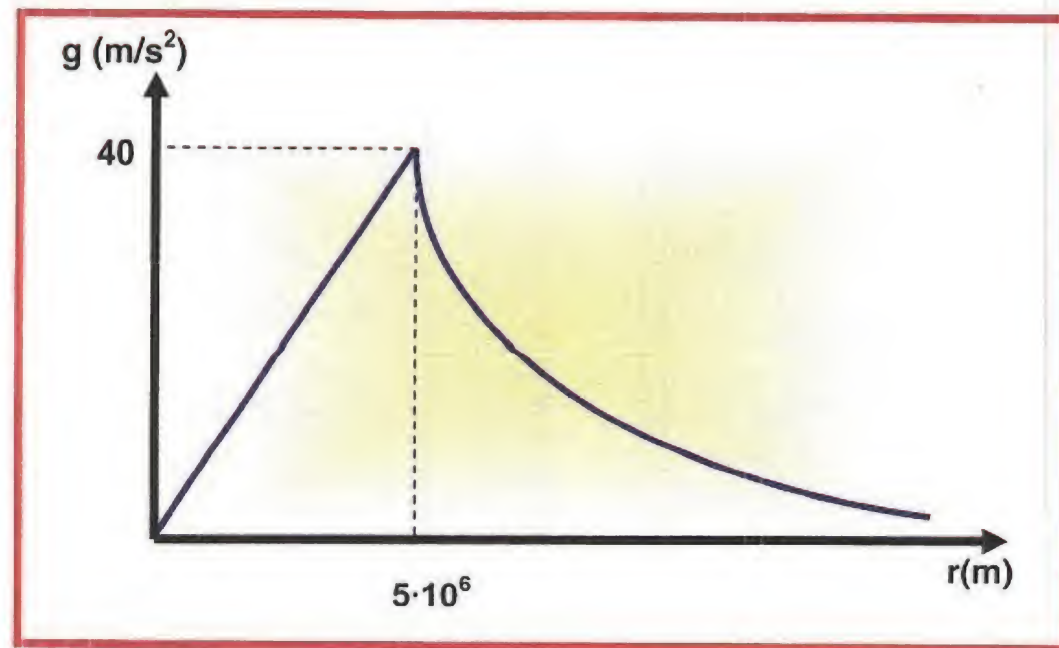
ג. מצא מתוך הגרף את הקבוע של הקפיץ והסבר כיצד קבעת את K , הצג את החישובים, ורשום את ערכו המחושב של K כולל יחידות. (8 נק')

ד. האם סכום האנרגיה הקינטית והאלסטית של המערכת בכל אחד מהניסויים הוא קבוע? אם לא – נמק מדוע. אם כן – חשב את סכומם. (8 נק')

ה. מהו הביטוי לתאוצת אחת מהמסות כפונקציה של הזמן מרגע ניתוק החוט. (6 נק')

5

הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הכובד כפונקציה של המרחק ממרכז כוכב לכת דמיוני בעל צפיפות אחידה.



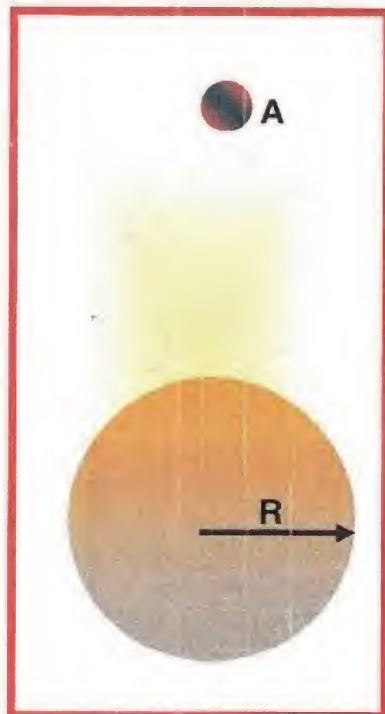
א. מהו רדיוס הכוכב ומהי מסתו? (6 נק')

ב. מהי צפיפות המסה של הכוכב? (6 נק')

ג. הוכח ששיפוע הגרף (בקטע בו הוא קבוע), המבוטא ע"י היחס $\frac{g}{r}$ שווה

ל- $\frac{G \cdot M}{R^3}$. (6 נק')

משחררים גוף ממנוחה מנקודה A הנמצאת בגובה $2R$ (רדיוס הכוכב) מעל פני הכוכב.



ד. הערך את משך נפילת הגוף מרגע שחרורו עד רגע פגיעתו בפני כוכב הלכת באמצעות קביעת גבול עליון וגבול תחתון עבור משך הנפילה. (5 1/3 נק')

ה. חשב את המהירות שבה פוגע הגוף בפני הכוכב. (10 נק')

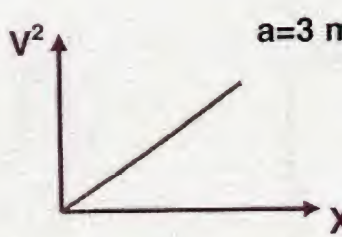
תשובות – מבחן מספר 15

2

א. 18 N
 ב. 36 N
 ג. לא, 6 m/sec^2 , 12 m/sec^2
 ד. 1) 18 N
 2) 0

1

א. $a = 3 \text{ m/sec}^2$



ב. 8.16 sec, 24.49 m/sec
 ג. 1) לא
 2) כן
 ד. 1) -9 m/sec
 2) -9 m/sec

3

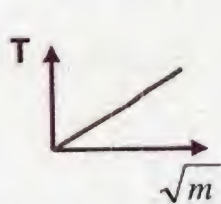
א. 2.4 J
 ב. 1.909 N
 ג. 0.2 m
 ד. -2.4 J
 ה. 1.41 m/sec

5

א. $5 \cdot 10^6 \text{ m}$, $1.515 \cdot 10^{25} \text{ kg}$
 ב. $28.93 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
 ג. הוכחה
 ד. $t_{\max} = 2122.38 \text{ sec}$
 $t_{\min} = 707.1 \text{ sec}$
 ה. 16329 m/sec

4

א. כן, קיים כוח מחזיר הנמצא ביחס ישר להעתק מהנש"מ.
 ב.
 ג. 50 N/m
 ד. כן, שווה לאנרגיה האגורה בקפיץ, שהייתה קבועה בכל הניסויים.
 ה.



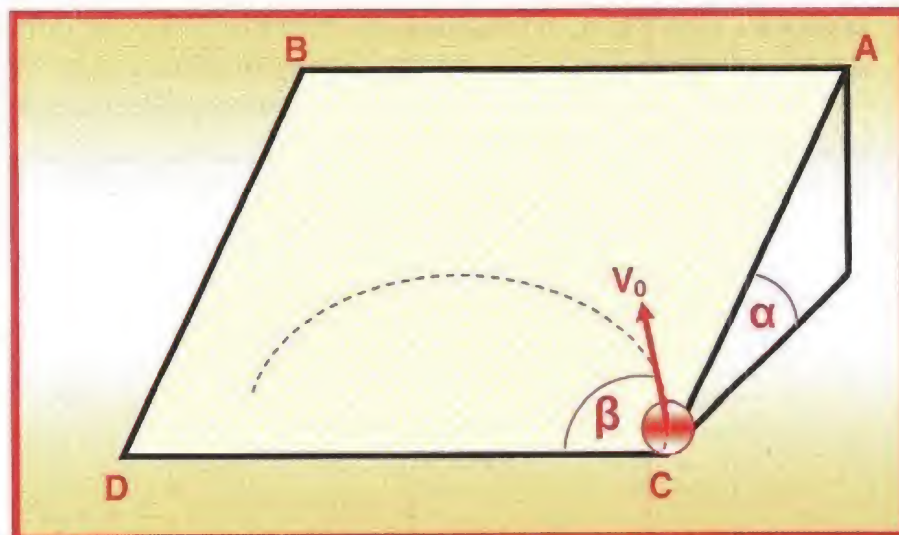
$$a = \frac{-2K}{m} \cdot A \cos \sqrt{\frac{2 \cdot K}{m}} \cdot t$$

מבחן מספר 16

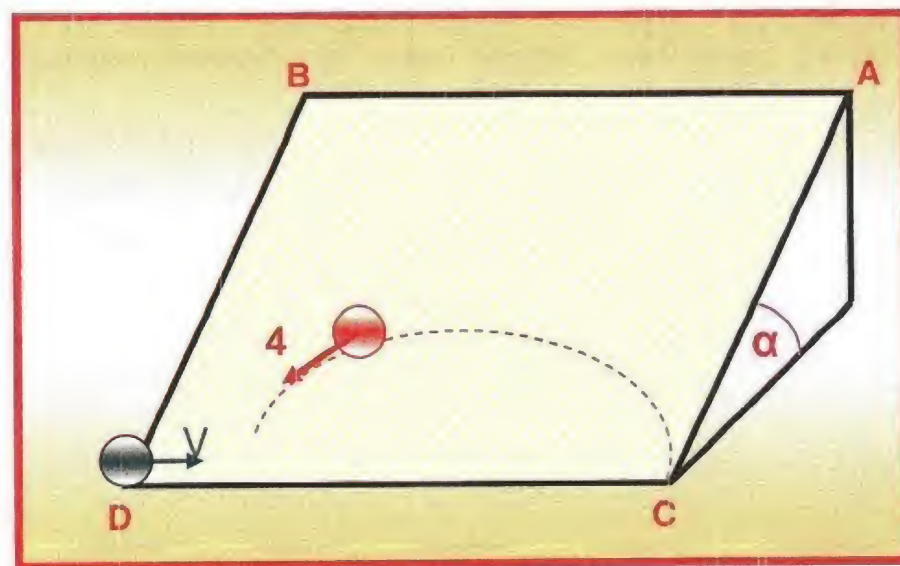
1

לוח מלבני חלק ABCD יוצר זווית בת $\alpha = 30^\circ$ עם המישור האופקי.
מנקדה C ניזרק כדור קטן בזווית של $\beta = 60^\circ$ על פני הלוח ובמהירות $V_0 = 5 \text{ (m/s)}$
רוחב הלוח $CD = 5 \text{ (m)}$. הכדור צמוד במשך כל תנועתו למישור.
(ראה תרשים 1)

- א. ציין את הכוחות הפועלים על הכדור בעת תנועתו על הלוח, ורשום את משוואת המסלול של תנועתו (ציין האם היא קו ישר, פרבולה, מסלול אחר). (10 נק')
- ב. כעבור כמה זמן יגיע הכדור לתחתית המישור? (8 נק')
- ג. באיזה מרחק מהנק' D יהיה הכדור כשיגיע חזרה לתחתית הלוח? (7 נק')

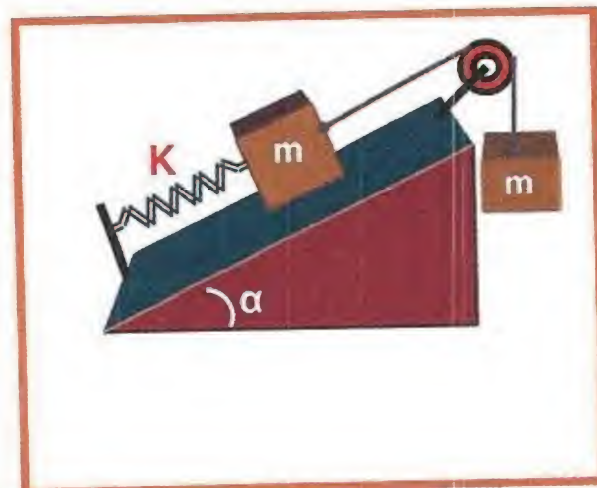


- ד. כאשר לכדור היתה מהירות שקולה של 4 (m/s) מכוונת כלפי מטה, זורקים אופקית כדור נוסף מנקודה D לעבר נקודה C.
מה צריכה להיות מהירות הכדור הנוסף, כדי שיתנגש עם הכדור הראשון.
(8½ נק')



4

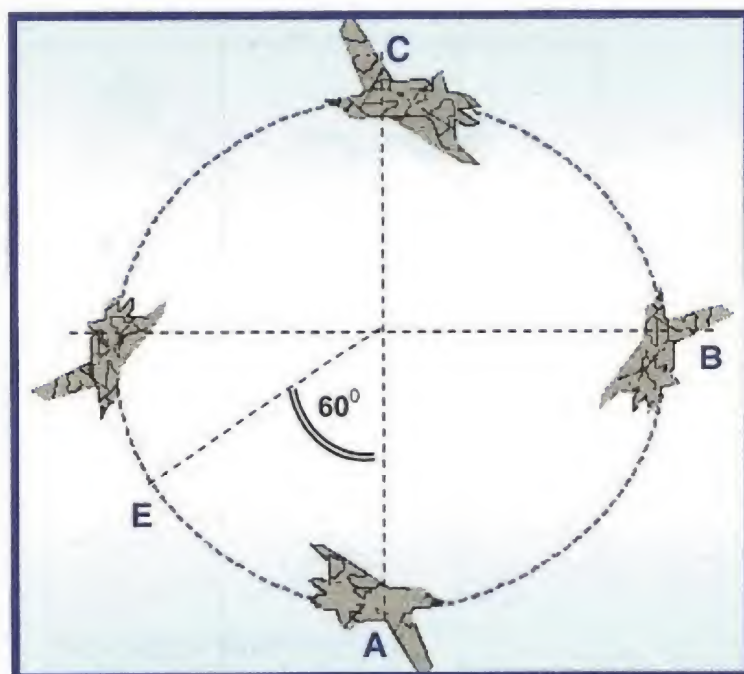
המערכת המתוארת בתרשים נימצאת בשיווי-משקל כאשר הקפיץ ארוך ב- X_0 מאורכו הרפוי. מושכים את הגוף שמסתו m מרחק X_0 מתחת לנקודת שיווי המשקל שלו ומשחררים ממנוחה.



- נתונים: α, M, G, X_0 . הזנח את כל כוחות החיכוך.
- בטא את קבוע הכוח של הקפיץ K . (6 נק')
 - מהו זמן המחזור של המערכת? (5 נק')
 - מהי המתיחות המקסימלית של החוט במהלך התנודות? (8 נק')
 - קבע והסבר באופן איכותי (במילים), אם ייתכן (בתנאי השאלה), שהמתיחות בחוט תהיה שווה לאפס במהלך התנודות. (6 נק')
 - כשהמתיחות בחוט היתה מקסימלית החוט ניתק. האם כתוצאה מכך המהירות המקסימלית של המערכת המתנודדת תשתנה? נמק. (8½ נק')

טייס שמסתו 80 ק"ג מבצע לולאה אנכית (לופ) כשהוא טס כל הזמן במהירות קבועה.

3



א. מהי תאוצתו הרדיאלית של המטוס, אם ידוע שמשקלו של הטייס בנקודה התחתונה של הלולאה גדול פי 1.5 ממשקלו בנקודה העליונה של הלולאה? (8 נק')

ב. מהי מהירות המטוס, אם ידוע שרדיוס הלולאה הוא $R=1500\text{m}$? (4 נק')

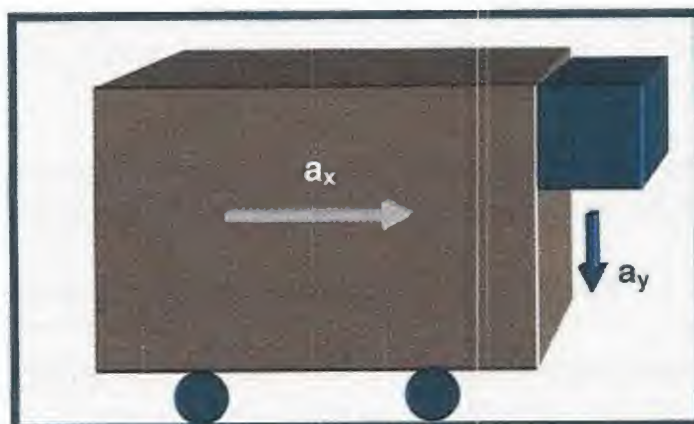
ג. מה משקלו של הטייס בנקודות A, B, C, E? ($12\frac{1}{3}$ נק')

ד. רוצים שבנקודה העליונה של הלולאה הטייס ירגיש חוסר משקל.

(1) מה צריכה להיות לשם כך מהירותו הקבועה? (5 נק')

(2) מה יהיה משקלו בנקודה התחתונה במהירות זו? (4 נק')

קרונית נעה על משטח ישר ואופקי בתאוצה a_x . בחזית הקרונית נימצא בול שמסתו m שהתאוצה a_x לא מספיקה להחזיקו במנוחה יחסית לקרונית, והוא מחליק בתאוצה a_y . (ראה תרשים)



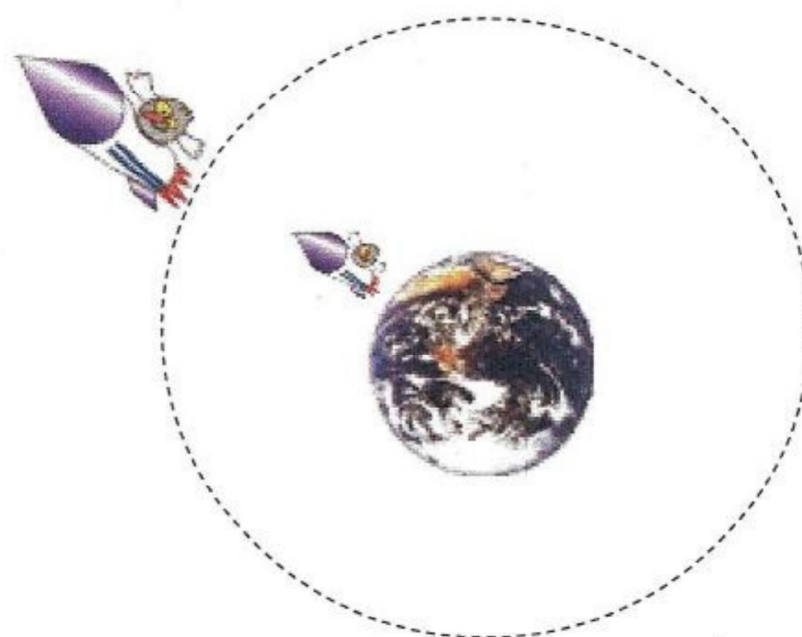
בסידרת ניסויים מדדו את תאוצת הנפילה a_y של הבול כפונקציה של תאוצת הקרונית a_x כשבכל ניסוי היתה תאוצה קבועה אחרת. על פי תוצאות המדידות התקבל הגרף שלפניך.



- רשום משוואות כוחות הפועלים על הבול והוכח את הקשר :

$$a_y = g - \mu_k \cdot a_x$$
(12 נק')
- מהם שיעורי הנקודה, שבה הגרף חותך את הציר האנכי (הציר של a_y)?
מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר. (4 נק')
- מהם שיעורי הנקודה שבה הגרף חותך את הציר האופקי (הציר של a_x)?
מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר. (4 נק')
- חשב את מקדם החיכוך הקינטי μ_k בין הבול לבין הקרונית. (6 נק')
- לוקחים את אותה המערכת לירח ומבצעים שוב את אותם הניסויים. האם יחול שינוי בנקודת החיתוך עם הצירים ובשיפוע הגרף? נמק.

טיל שמסתו $m=2000(\text{kg})$ שוגר מפני כדור הארץ ממנוחה בכיוון אנכי. הטייל עלה בתאוצה קבועה, ובהגיעו כעבור 2 דקות לגובה של $180(\text{km})$ מעל פני כדור הארץ אזל הדלק במכלי הטייל.



- א. מה הייתה תאוצתו של הטייל בזמן שיגורו? (7 נק')
- ב. מהי תאוצת הנפילה החופשית בגובה שבו אזל הדלק במכלי הטייל? (6 נק')
- ג. לאיזה גובה מקסימאלי מעל פני כדור הארץ עלה הטייל? (10 נק')
- ד. באיזו מהירות יפגע הטייל בפני כדור הארץ? ($10\frac{1}{3}$ נק')

תשובות – מבחן מספר 16

2

א. $N=ma_x$
 $mg-f_k=ma_y$

ב. $10, g$

ג. $50, g/\mu_k$

ד. 0.2

ה. נקודות החיתוך ישתנו.
 השיפוע לא ישתנה.

1

א. $y = tg\beta \cdot X - \frac{g \sin \alpha}{2V_0^2 \cos^2 \beta} \cdot X^2$

ב. 1.732 sec

ג. 0.67 m

ד. 2.768 m/sec

3

א. 50 m/sec^2

ב. 273.86 m/sec

ג. $N_E=4400 \text{ N}, N_C=3200 \text{ N}, N_B=4000 \text{ N}, N_A=4800 \text{ N}$

ד. 122.47 m/sec (1)
 1600 N (2)

5

א. 25 m/sec^2

ב. 9.24 m/sec^2

ג. $705.82 \cdot 10^3 \text{ m}$

ד. 3513.18 m/sec

4

א. $\frac{mg \cdot (1 - \sin \alpha)}{X_0}$

ב. $2\pi \cdot \sqrt{\frac{2X_0}{g(1 - \sin \alpha)}}$

ג. $mg(1.5 - 0.5\sin\alpha)$

ד. לא

ה. כן, תיגדל.

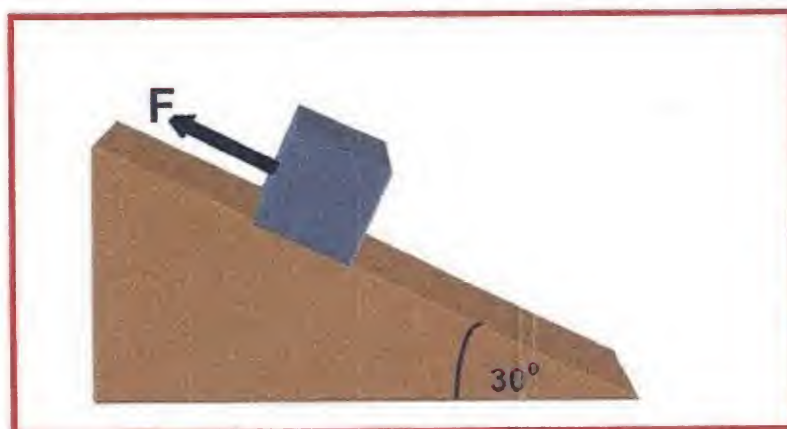
מבחן מספר 17

כדור פורח הנע ימינה במסלול אופקי בקו ישר במהירות של $V=15\text{m/s}$ נקלע לאזור בו נגרמת לו תאוצה של $a=2.5\text{m/s}^2$ בכיוון מנוגד לכיוון תנועתו (ראה תרשים).

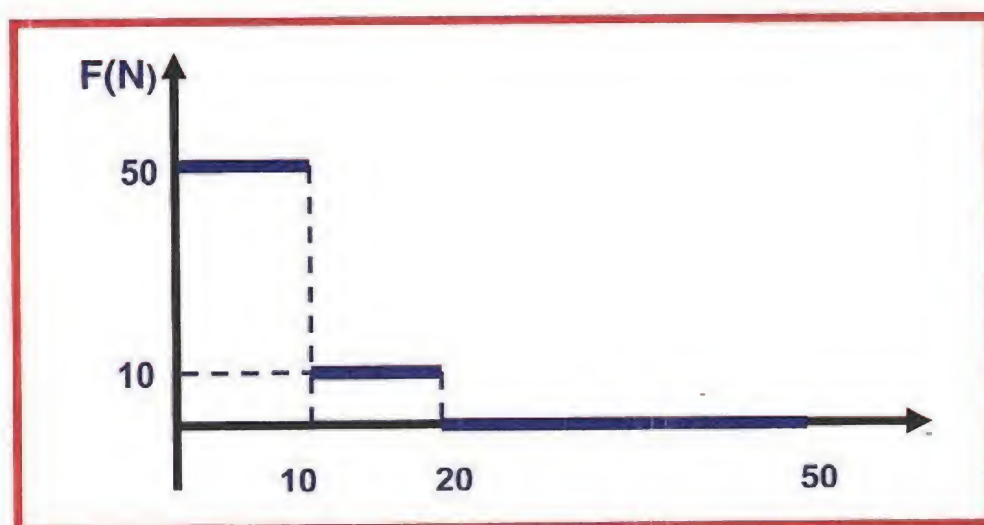


- א. כעבור כמה זמן, מרגע תחילת השפעת הרוח, הכדור יתחיל לנוע בכיוון מנוגד לכיוון תנועתו המקורי ? (5 נק')
- ב. כעבור כמה זמן, מרגע תחילת השפעת הרוח, יימצא הכדור פורח באותה נקודה שבה היה בתחלת התאוצה ? (5 נק')
- ג. ציר מקום X מוגדר כך שכיוונו החיובי כלפי ימינה, וראשיתו בנקודה בה החלה התאוצה. סרטט גרפים המתארים:
 - (1) את מקום הכדור פורח כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד לרגע בו הוא נימצא שוב בנקודה שבה החלה השפעת הרוח. (5 נק')
 - (2) את מהירות הכדור פורח כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד לרגע חזרתו לנקודה בה החלה השפעת הרוח. (5 נק')
 - (3) את תאוצת הכדור פורח כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד לרגע חזרתו לנקודה בה החלה השפעת הרוח. (5 נק')
- ד. אדם טס במטוס ימינה במהירות קבועה של 10 m/s .
 - (1) כעבור כמה זמן מרגע שבו החלה השפעת הרוח מתאפסת מהירותו של הכדור פורח מנקודת ראותו של האדם במטוס ? (4 נק')
 - (2) סרטט גרף של מהירות הכדור פורח כפונקציה של הזמן, כפי שהיא נצפית מנקודת ראותו של האדם במטוס, מהרגע בו החלה השפעת הרוח עד לרגע חזרתו למקומו ההתחלתי. (4 1/3 נק')

כוח F מרים גוף שמסתו $m=4$ (kg) כלפי במעלה מישור משופע חלק $\alpha=30^\circ$.
בתחילת פעולת הכוח הגוף היה במנוחה.

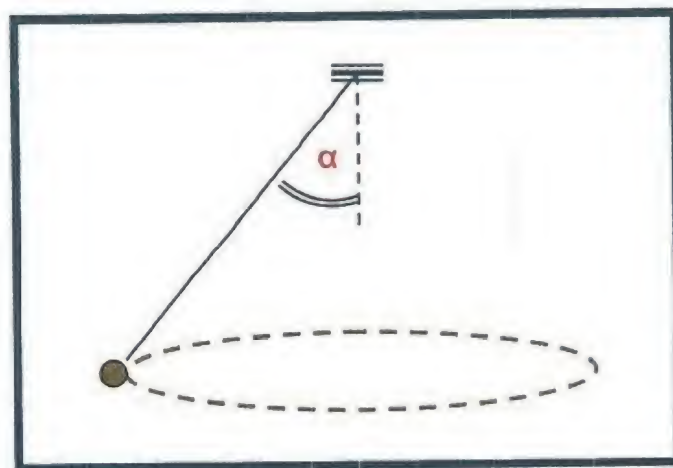


הגרף הבא מתאר את השתנות הכוח F כפונקציה של הזמן.
(הכיוון מעלה נבחר כחיובי)



- ערוך תרשים כוחות הפועלים על הגוף עבור כל אחד משלושת השלבים של תנועתו, וחשב את התאוצה בכל שלב. (8 נק')
- סרטט גרף של המהירות כפונקציה של הזמן עבור 50 שניות ראשונות של תנועתו. (12 נק')
- האם במהלך תנועתו הגוף שינה את כיוון תנועתו?
אם כן – מתי זה קרה, וכמה מטרים עלה עד אז הגוף?
אם לא – חשב כמה מטרים עלה הגוף. (5½ נק')
- אם המשטח לא היה חלק, $\mu_k=0.1$, $\mu_s=0.6$, ופעל על הגוף הכוח F כפי שמתואר בגרף הקודם, האם במהלך תנועתו הגוף היה משנה את כיוון תנועתו? נמק. (8 נק')

גוף קטן שמסתו m קשור לקצה חוט שאורכו L . קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה A . כאשר מסיטים את הגוף מנקודת שיווי המשקל ומקנים לו מהירות התחלתית, הגוף נע במסלול מעגלי אופקי, כאשר הזווית בין החוט לבין הכיוון האנכי היא α . מכנים מתקן זה בשם מטוטלת קונית. נתונים: α, g, L .



א) רשום משוואות התנועה של הגוף והוכח שזמן המחזור של מטוטלת קונית נתון בביטוי:

(10 נק')

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cdot \cos \alpha}{g}}$$

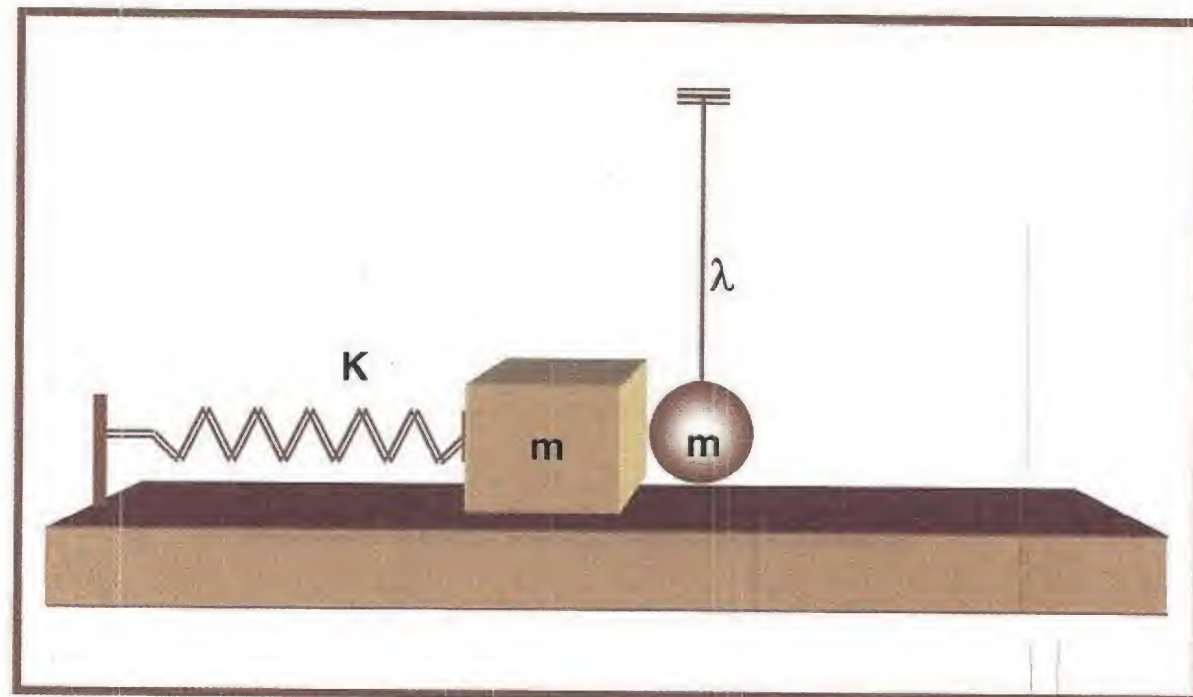
ב) האם בכל מהירות זוויתית אפשרי קיומו של מסלול מעגלי אופקי? אם כן- נמק מדוע. אם לא- מה התנאי שהמהירות הזוויתית של כל מטוטלת צריכה לקיים? (6 נק')

ג) האם הגובה h של הגוף מתחת לנקודת התלייה תלוי באורך המטוטלת? נמק. (6 נק')

ד) אם ניקח חוט ארוך יותר ונסובב באותה התדירות, האם זווית הסטייה α תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5 1/3 נק')

ה) מקנים למטוטלת המתוארת בתרשים את אותה המהירות- הפעם על הירח. כיצד זה ישפיע על זמן המחזור? (6 נק')

בול שמסתו $m=0.5\text{kg}$ מחובר לקצהו של קפיץ רפוי שקבוע הכוח שלו הוא $K=50\text{N/m}$. הבול חופשי להחליק על גבי משטח אופקי חלק. כדור שמסתו אף היא m , תלוי באמצעות חוט שאורכו $\lambda=0.4\text{m}$ לציר סיבוב (ראה תרשים).



מכווצים את הקפיץ בשיעור $\lambda=0.4\text{m}$ כשהמסה צמודה לקצהו ומשחררים.

א. מה תהיה מהירות כל אחד מהגופים מיד לאחר ההתנגשות אם היא אלסטית? (8 נק')

ב. מהו המתקף שהפעיל הגוף על הכדור? (8 נק')

ג. באיזו זווית ביחס לאנך מתיחות החוט תהיה שווה לאפס? (6 נק')

ד. מהי המתיחות בחוט מיד לאחר ההתנגשות? (5 1/3 נק')

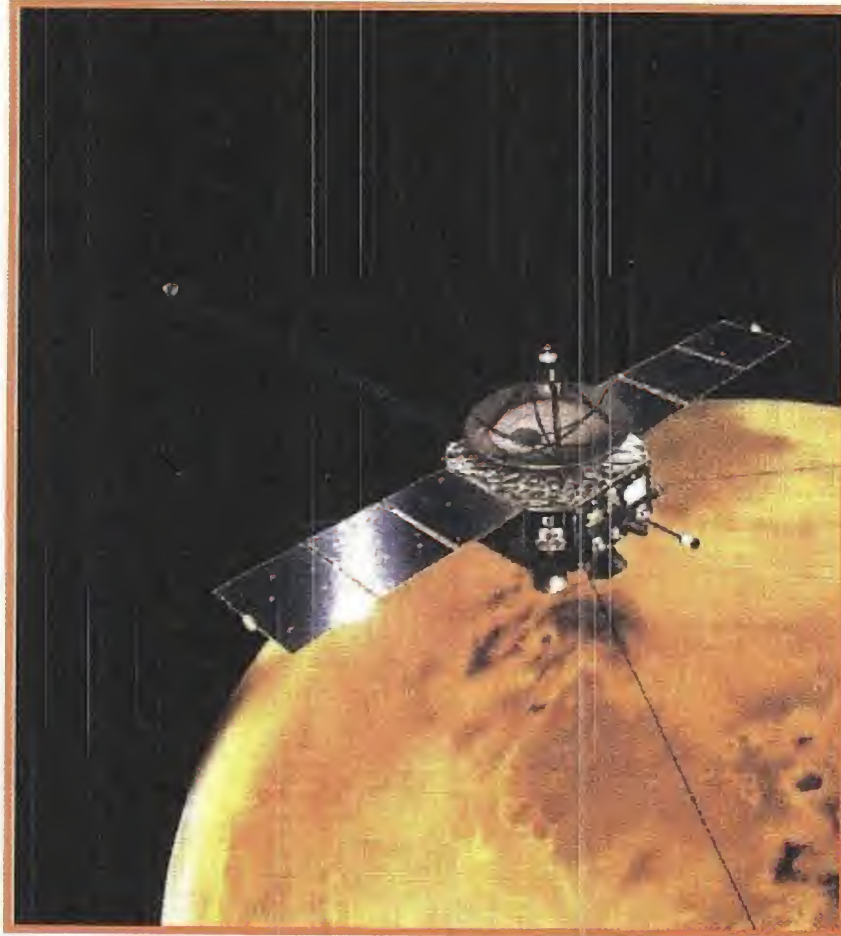
ה. בפרק הזמן שבין הרגע, שבו הבול נוגע לראשונה בכדור עד לרגע הגיעו של הכדור לגובה המקסימלי, קבע עבור כל אחד מהגדלים אם הוא נשמר ונמק תשובתך:

1. האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים. (2 נק')

2. האנרגיה המכנית של מערכת שני הגופים. (2 נק')

3. התנע של מערכת שני הגופים. (2 נק')

לווין מקיף כוכב לכת מסויים סמוך מאוד לפניו. רדיוס הכוכב R וצפיפותו אחידה ושווה ל- ρ . משך ההקפה של הלווין הוא T. נתונים: T, ρ , R.



א. הוכח ש: $\rho T^2 = \frac{3\pi}{G}$ (9 נק')

ב. הוכח שתאוצת הכובד בעומק של $\frac{3}{4}R$ מתחת לפני הכוכב שווה ל-

ג. הוכח שבגובה R מעל לפני הכוכב יימדד אותו ערך של g שמצאת בסעיף ב'. (8 נק')

ד. משלחים טיל מפניו של הכוכב והוא מגיע לגובה של R מעל פני כוכב. הוכח שמהירות השילוח הייתה:

(8 1/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 17

1

א. 6 sec
ב. 12 sec
ג. X_m
ד. V_m/s
ה. a_m/s^2

2

א. $-2.5 \text{ m/sec}^2, 7.5 \text{ m/sec}^2$
ב. -5 m/sec^2
ג. 1250 m
ד. $\tan \alpha < \mu_s$

3

א. הוכחה
ב. $\omega \geq \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}}$
ג. לא, תלוי ב- ω וב- g
ד. תיגדל
ה. (1) גדלה (2) יקטן (3) יגדל

4

א. $0, 4 \text{ m/sec}$
ב. $2 \text{ N} \cdot \text{sec}$
ג. 48.1°
ד. 25 N
ה. (1) לא (2) כן (3) לא

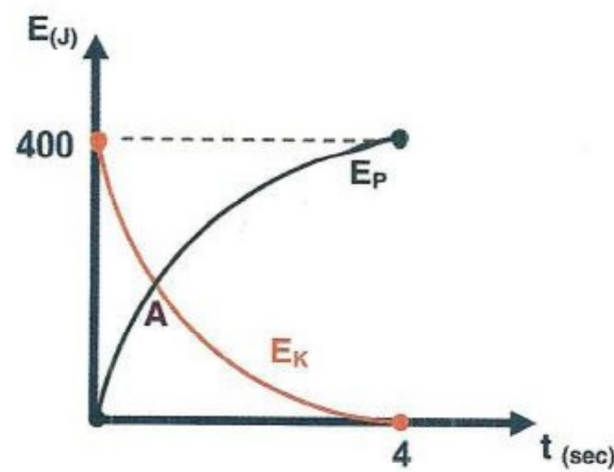
5

א. הוכחה
ב. הוכחה
ג. הוכחה
ד. הוכחה

מבחן מספר 18

גוף שמסתו $m=0.5(\text{kg})$ נזרק אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_0 . הגרפים שלפניך מתארים את האנרגיה הפוטנציאלית שלו ואת האנרגיה הקינטית שלו כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה עד הגיעו לשיא הגובה.

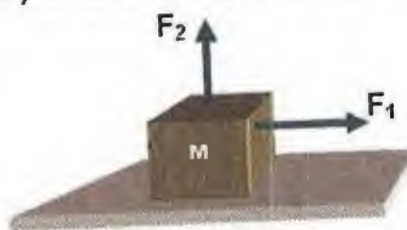
1



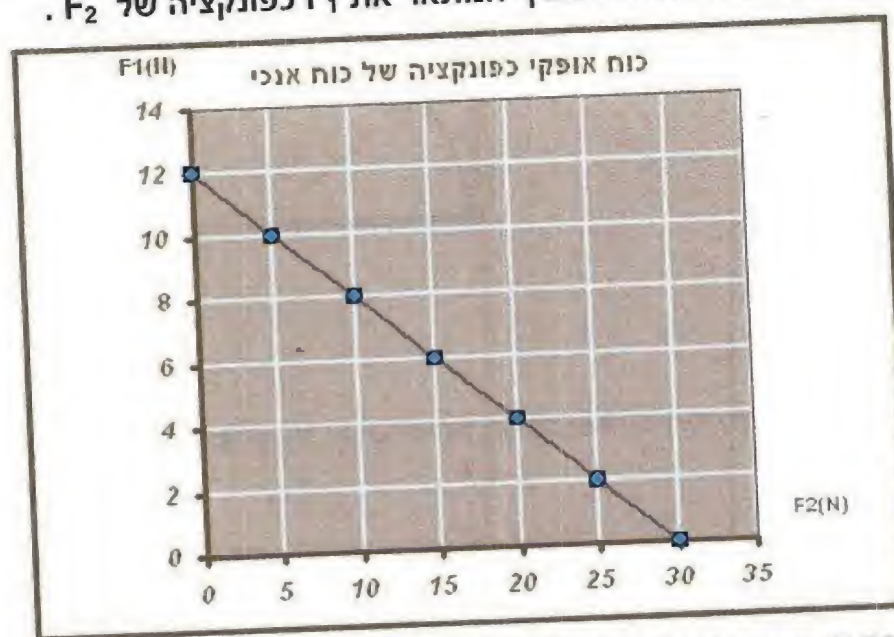
- א) חשב את המהירות ההתחלתית V_0 ואת הגובה המקסימלי ביחס לקרקע אליו הגיע הגוף. (8 נק')
- ב) מה מייצגת הנקודה A (הנקודה בה הגרפים נחתכים)? מצא את מהירות הגוף בנקודה זו, ובאיזה גובה ביחס לקרקע הוא נמצא? (8 נק')
- ג) חשב את גובה הגוף, כאשר האנרגיה הקינטית שלו קטנה ב-5% מערכה ההתחלתית. (6 נק')
- ד) חשב את ההספק הממוצע המפותח בזמן התנועה מעלה. (6 נק')
- ה) העתק את הגרפים הנתונים בתרשים לשאלה והמשך אותם עד לרגע פגיעת הגוף בקרקע. (5 1/3 נק')

2

גוף שמסתו m מונח על משטח אופקי. מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף והמשטח הוא μ_s . כוח אופקי F_1 מנסה להזיז את הגוף עד שהוא מגיע למצב של סף תנועה, כאשר בנוסף לו פועל כוח אנכי F_2 המושך את הגוף כלפי מעלה. (ראה תרשים)



מבצעים סדרת ניסויים כשבכל ניסוי בודקים את הקשר בין F_1 , הכוח שפועל כשהגוף נימצא על סף תנועה, לבין F_2 הכוח המושך. תוצאות ניסויים אלו סוכמו בגרף המתאר את F_1 כפונקציה של F_2 .



א. רשום משוואות כוחות הפועלים על הבול והוכח את הקשר:

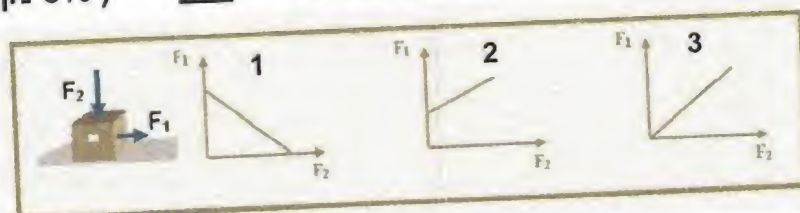
$$F_1 = mg\mu_s - \mu_s F_2$$

ב. (1) מהם שיעורי הנקודה, שבה הגרף חותך את הציר האנכי (הציר של F_1)? מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר. (3 נק')

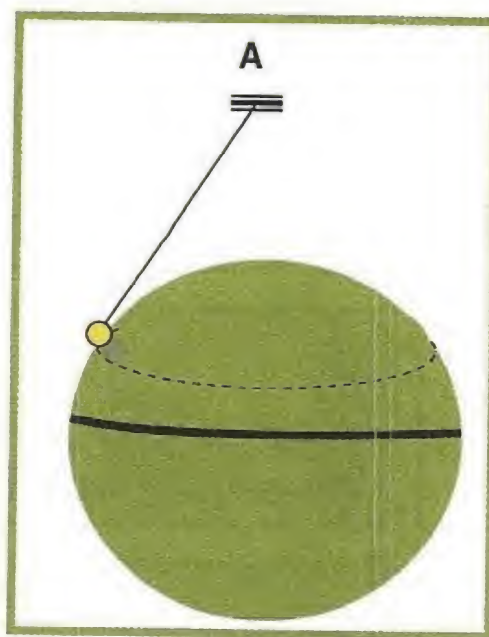
(2) מהם שיעורי הנקודה, שבה הגרף חותך את הציר האופקי (הציר של F_2)? מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה הזאת? הסבר. (3 נק')

ג. חשב את מקדם החיכוך הסטטי μ_s ואת מסת הגוף m . (12 נק')

ד. מבצעים את אותו הניסוי אלא שהפעם הכוח F_2 דוחף כלפי מטה (ראה תרשים). איזה גרף עשוי לתאר את הקשר בין F_1 לבין F_2 ? נמק. (5 1/3 נק')



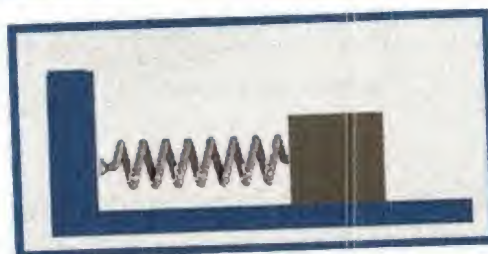
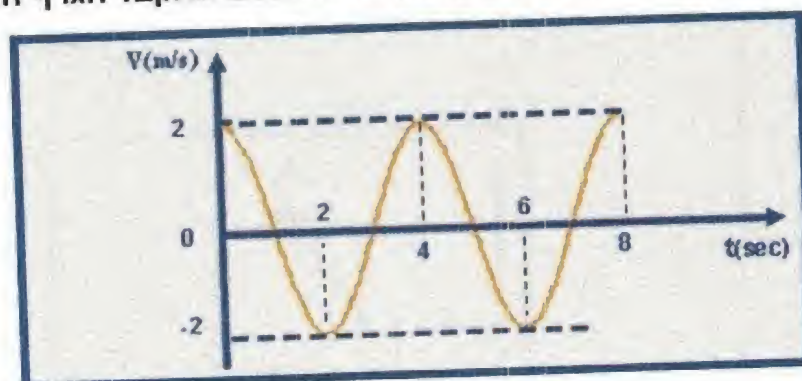
גוף קטן שמסתו $m=1\text{ kg}$ קשור לקצה חוט שאורכו 1 m . קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה A, הנמצאת מעל לקצה הקוטר האנכי של כדור חלק שרדיוסו $R=2\text{ m}$. הגוף נע על פני הכדור במסלול מעגלי אופקי שרדיוסו $r=80\text{ (cm)}$ במהירות של $V=3\text{ m/s}$ (ראה תרשים)



- (א) ציין את כל הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו (מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו). (4 נק')
- (ב) חשב את המתיחות בחוט T ואת הכוח בו מעיק הגוף על הכדור N. (12 נק')
- (ג) מהי המהירות המינימלית בה יש לסובב את הגוף בכדי שיינתק מהכדור? (6 נק')
- (ד) מה תהיה המתיחות בחוט ברגע הניתוק? (4 נק')
- (ה) אם ידוע שהחוזק המקסימלי של החוט הוא $T=20\text{ (N)}$:
- 1) מה הזווית בה נפרש החוט במקרה זה? ($3\frac{1}{3}$ נק')
 - 2) באיזו מהירות ייקרע החוט? (4 נק')

4

משקולת שמסתה $m=0.5\text{kg}$ מחוברת לקפיץ אופקי שמסתו זניחה. תלמיד משך את המשקולת מרחק A ושחרר אותה ממנוחה. חישן המחבר למחשב מדד את מהירות המשקולת בזמנים שונים, ועל צג המחשב התקבל הגרף המתואר בתרשים.



ברגע $t=0$ המשקולת חולפת על פני נקודת שווי-המשקל בתנועתה ימינה. כיוון המהירות ההתחלתית הוא הכיוון החיובי.

א. מצא את A.

(6 נק')

ב. חשב את קבוע הכוח של הקפיץ.

(4 נק')

ג. מתי בפרק הזמן $1 < t < 8$:

(2 נק')

1. הגוף נימצא בנקודת שווי המשקל?

(2 נק')

2. מתאפסת תאוצת המשקולת?

(2 נק')

3. כיוון הכוח השקול הפועל על המשקולת הוא ימינה?

(2 נק')

4. ההעתק והמהירות הם באותו הכיוון?

(2 נק')

5. התאוצה והמהירות הם באותו הכיוון?

(2 נק')

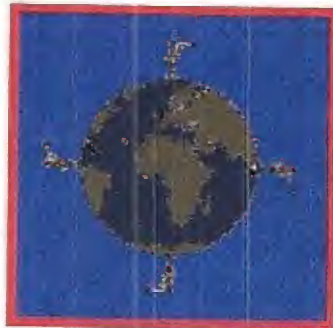
ד. מהי האנרגיה הכללית במהלך התנועה?

(5/3 נק')

ה. שרטט גרפים של ההעתק כפונקציה של הזמן ושל התאוצה כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד רגע $t=10\text{(s)}$.

(8 נק')

אדם שמסתו $m=70\text{kg}$ עומד על משטח המשיק לפני כדור הארץ בנקודה הנמצאת על קו המשווה שלו.
נתונים: G, R_E, M_E, m



א. מה צריך להיות זמן המחזור של סיבוב כדור הארץ סביב צירו כדי שהכוח בו יעיק האדם על המשטח יהיה אפס? (6 נק')

ב. באיזה כוח יעיק האדם על המשטח אם המשטח יהיה מונח על אחד הקטבים? (5 נק')



ג. לוויין שמסתו m (telstar) חג סביב כדור הארץ במסלול מעגלי, כך שבכל רגע הוא נמצא מעל אותה נקודה שעל פני כדור הארץ.

(1) באיזה מישור נע הלוויין? נמק. (4 נק')

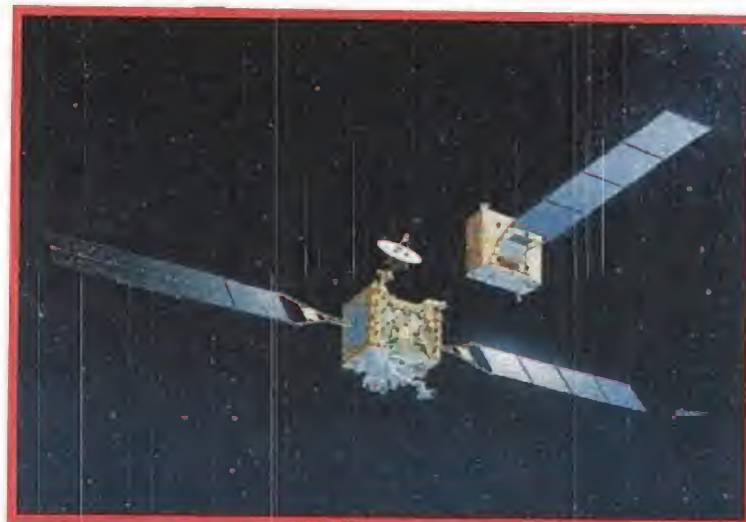
(2) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ חג הלוויין? (5 נק')

(3) מהי המהירות המשיקית של הלוויין? (4 נק')

ד. משלחים מפני כדור הארץ לוויין שני בעל אותה המסה לתוך אותו המסלול המעגלי סביב הארץ אבל במגמה הפוכה למגמת הלוויין הראשון. ברגע מסוים מתנגשים שני הלוויינים.

(1) אם ההתנגשות היא פלסטית-כמה אנרגיה אבדה בהתנגשות? (5 נק')

(2) אם ניתן היה לקבל התנגשות אלסטית- מה היה הזמן בין כל שתי התנגשויות סמוכות? (4 1/3 נק')



תשובות – מבחן מספר 18

1

א. 80 m , 40 m/sec
 ב. $h=40\text{ m}$, $V=28.28\text{ m/sec}$, $E_k=E_p$
 ג. 4 m
 ד. 100 W

3

א. תרשים ←
 ב. $N=1.255\text{ N}$, $T=15\text{ N}$
 ג. 3.258 m/sec
 ד. 16.58

ה. (1) 60° ביחס לאנך.
 (2) 3.87 m/sec

4

א. 1.273 m
 ב. 1.233 N/m
 ג. (1) $t=2,4,6\text{ sec}$
 (2) $t=3,5,7\text{ sec}$
 (3) $6 < t < 8$, $2 < t < 4$
 (4) $6 < t < 7$, $4 < t < 5$, $2 < t < 3$
 (5) $7 < t < 8$, $5 < t < 6$, $3 < t < 4$, $1 < t < 2$
 ד. 1 J

5

א. 5085.3 sec
 ב. 700 N
 ג. (1) במישור קו-המשווה.
 בכל מסלול אחר לא ייתכן מצב של חוסר תנועה יחסית בין הלווין לנק' על פני כדור הארץ.
 (2) $35.89 \cdot 10^6$
 (3) 3075.58 m/sec
 ד. (1) $9.459 \cdot 10^6\text{ m}$
 (2) 12 שעות

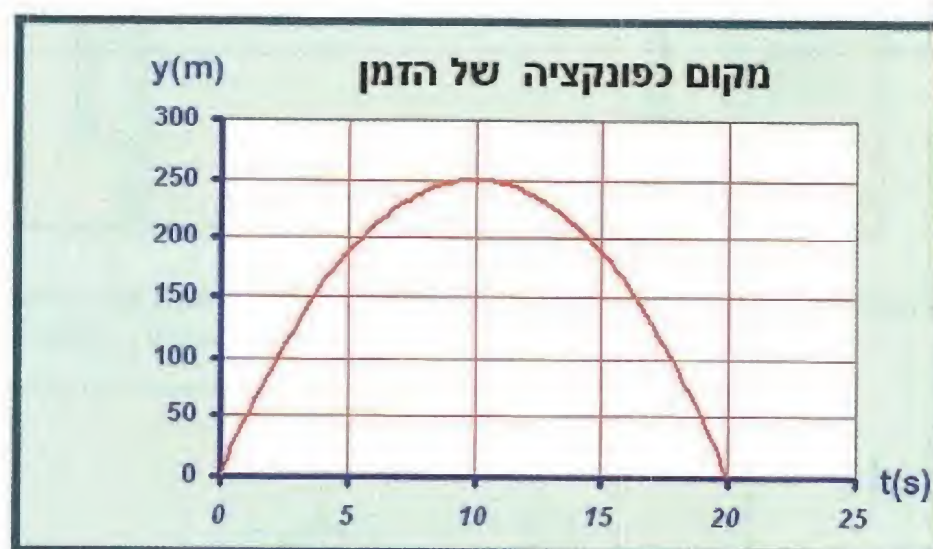
2

א. $F_1 - N \cdot \mu_s = 0$
 ב. $N + F_2 - mg = 0$
 (1) $F_2 = mg$, 12 N
 (2) 30 N
 ג. $m=3\text{ kg}$, $\mu_s=0.4$
 ד. גרף 2

מבחן מספר 19

1

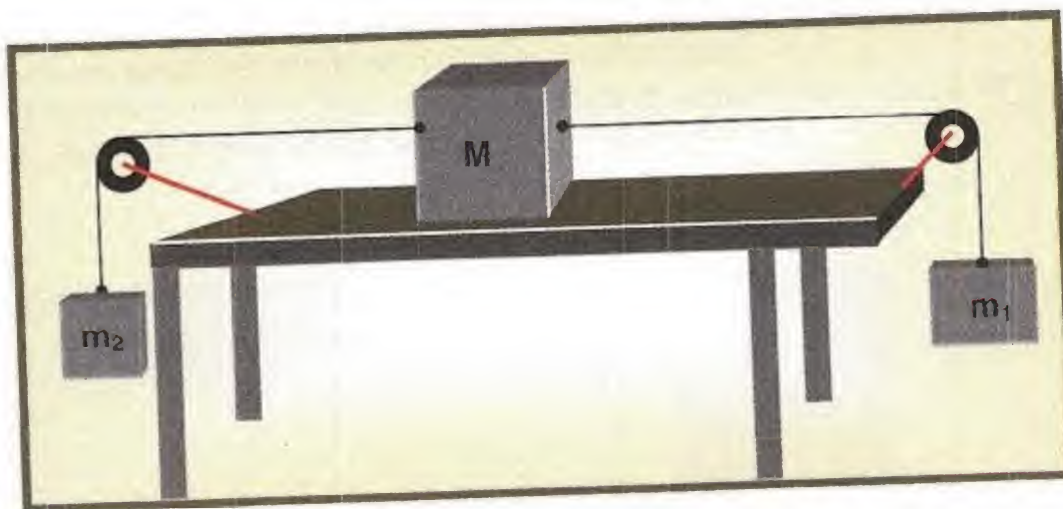
בניסוי שנערך על פני כוכב לכת דמיוני נזרק גוף אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית שגודלה V_0 . התרשים שלפניך מתאר את מקומו של הגוף כפונקציה של הזמן. ציר מקום y מוגדר כך שכיוונו החיובי כלפי מעלה וראשיתו בנקודה (על הקרקע) שממנה נזרק הגוף. $t=0$ מוגדר כרגע זריקת הגוף.



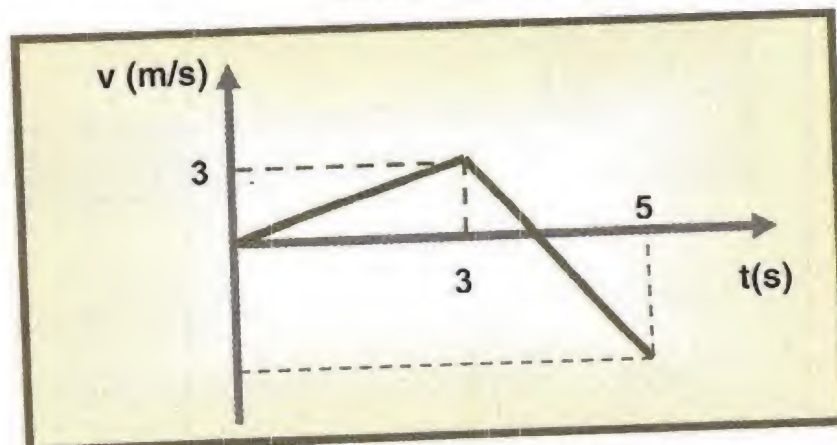
- א. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות הגוף? (4 נק')
- ב. מצא את תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת. (7 נק')
- ג. מה הייתה מהירותו ההתחלתית של הגוף? (7 נק')
- ד. האם מהירות הגוף ברגע $t=5(s)$ שווה למהירותו ברגע $t=15(s)$? נמק. (4 נק')
- ה. זורקים את הגוף הזה על פני כדור הארץ באותה מהירות.
 1. האם הגובה המרבי אליו מגיע הגוף שעל פני כדור הארץ גדול מזה שעל פני כוכב הלכת, קטן ממנו, או שווה לו? נמק. (5 נק')
 2. סרטט גרף מקורב של מקום הגוף על פני כדור הארץ כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה ועד פגיעת הגוף בקרקע (ציין ערך הגובה המרבי וזמן התנועה הכולל). (6 1/3 נק')

2

המערכת המתוארת בתרשים משוחררת ברגע $t=0$ ממנוחה. הזנח את מסת החוטים ואת כל כוחות החיכוך. נתונים: $m_1 = 5 \text{ (kg)}$, $m_2 = 4 \text{ (kg)}$.



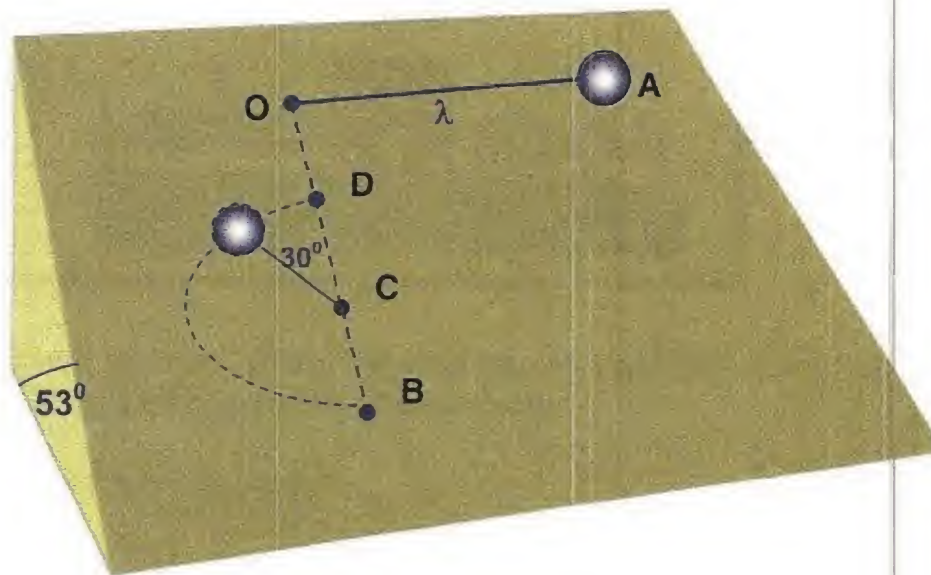
הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף שמסתו M כפונקציה של הזמן עבור 5 השניות הראשונות של תנועתו. כיוון ימין נבחר כחיובי.



עבור 3 השניות הראשונות של תנועת המערכת:

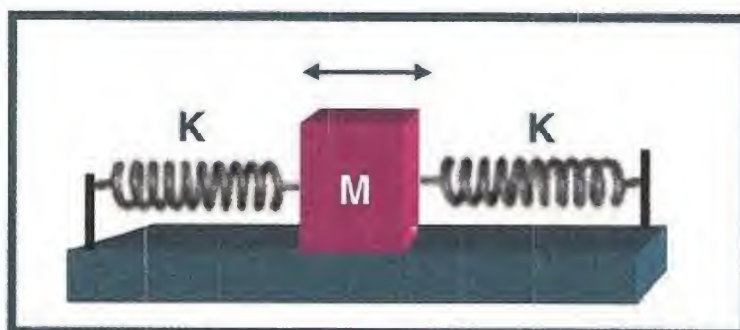
- שרטט את הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים. (4 נק')
 - רשום את משוואות התנועה. (6 נק')
 - חשב בעזרת הגרף את M ואת המתיחויות בחוטים. (6 נק')
 - על איזה גוף פעל כוח שקול גדול יותר? נמק במילים וחשב את גודלו. (5 נק')
 - האם המשטח לא היה חלק בזמן תנועת המערכת, האם המתיחויות בחוטים היו שונות מהמתיחויות שחושבו בסעיף 3? אם לא-נמק מדוע, אם כן-הסבר במילים מה יהיה השינוי (לגבי כל אחד מהחוטים). (5 נק')
- ברגע $t=3 \text{ (s)}$ ניקרע החוט המקשר בין הגוף שמסתו M לבין הגוף שמסתו m_1 .
- האם הגוף שמסתו M שינה את כיוון תנועתו במהלך 5 השניות הראשונות? אם לא- נמק מדוע. אם כן- באיזה רגע, ובאיזה מרחק מנקודת ההתחלה? (7½ נק')

גוף קטן שמסתו $m=1\text{ kg}$ קשור לקצה חוט שאורכו $\lambda = 1.5\text{ m}$. קצהו השני של החוט קבוע לנקודה O שעל משטח משופע חלק, שזווית השיפוע שלו היא 60° . בדרכו המעגלית נתפס החוט בוו הנימצא 1m מתחת לנקודת התליה (נק' C). בכל מהלך תנועתו הגוף נמצא במגע עם המשטח.



- א. חשב את המהירות רגע לפני שהחוט ניתקל בוו. (7 נק')
- ב. חשב את המתיחות בחוט רגע אחרי שהחוט ניתקל בוו. (7 נק')
- ג. הוכח שהגוף יבצע סיבוב מלא אחרי שהחוט ייתקל בוו. (7 נק')
- ד. מה הגודל של מהירות הכדור כאשר החוט יוצר זווית של 30° עם DC? (7 נק')
- ה. חשב את המתיחות בחוט בנק' D. (5 1/3 נק')

כדי לחקור את תלות זמן המחזור של תנועה הרמונית במסה, מבצע תלמיד את הניסוי הבא:
 על משטח אופקי חלק הוא מניח גוף, שמסתו M , ומחבר את הגוף אל שני קפיצים זהים. הקצוות הרחוקים של הקפיצים מחוברים אל נקודות קבועות. במצב ההתחלתי הקפיצים רפויים. (ראה תרשים)



מזיזים את הגוף בשיעור A ימינה, ומשחררים אותו ממנוחה. מודדים את הזמן הדרוש לביצוע 10 תנודות. חוזרים על אותו הניסוי עם מסות שונות.

תוצאות המדידות מרוכזות בטבלה הבאה:

$10T_{(sec)}$	$M_{(kg)}$	$T_{(sec)}$	T^2
2.8	0.2		
4.0	0.4		
4.9	0.6		
5.6	0.8		
6.3	1.0		

א. חשב ורשום בטבלה את ערכיהם של T ושל T^2 , וערוך גרף של T^2 כפונקציה של M . (8 נק')

ב. האם הקו ששרטט אמור לעבור דרך ראשית הצירים? אם כן – נמק מדוע, אם לא – איזה גודל פיזיקלי מייצגת כל אחת מנקודות החיתוך של הקו עם הצירים? (8 נק')

ג. מצא מתוך הגרף מהו הקבוע של כל אחד מהקפיצים (הסבר כיצד קבעת את K , הצג את החישובים, ורשום את ערכו המחושב של K , כולל יחידות) ? (6 נק')

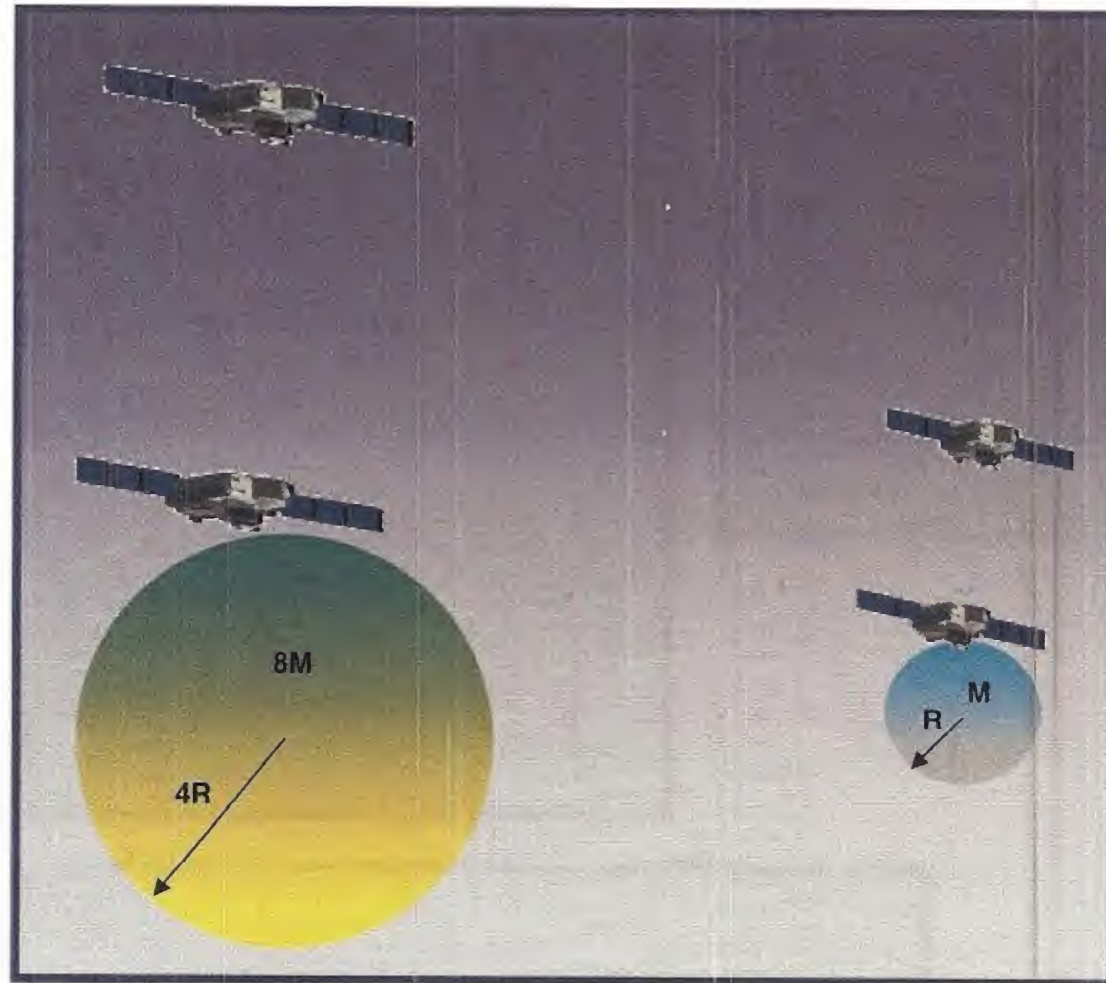
ד. האם תוצאות הניסוי היו שונות, אילו ביצעת את הניסוי :

(1) במשרעת גדולה יותר ? נמק. (2 נק')

(2) על הירח ? נמק. (3½ נק')

ה. כאשר הקפיץ השמאלי היה מכווץ מכסימלית, ניתק מהגוף הקפיץ הימני. בטא את משרעת התנודות ואת המהירות המרבית של הגוף לאחר ההינתקות באמצעות A ו- M . (6 נק')

רדיוסו של כוכב 1 הוא R ומסתו M . רדיוסו של כוכב 2 הוא $4R$ ומסתו $8M$.
נתונים: R, M, G .

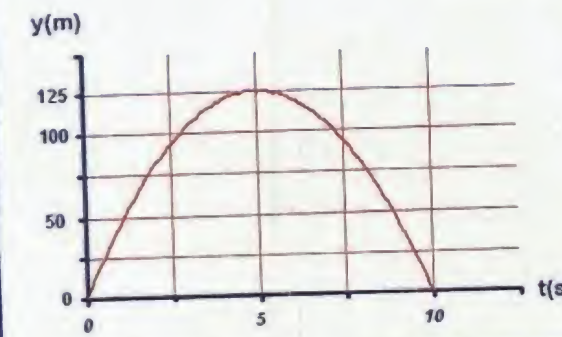


- א. מהו היחס (ρ_1/ρ_2) בין צפיפויות שני הכוכבים? (7 נק')
 - ב. מהו היחס בין תאוצות הכובד (g_1/g_2) על פני שני הכוכבים? (7 נק')
 - ג. קרוב לפניו של כל אחד מהכוכבים סובב לוויין במסלול מעגלי. מהו היחס (V_1/V_2) בין מהירויות שני הלוויינים? (7 נק')
 - ד. בגובה R מעל פני הכוכב הראשון סובב לוויין שמסתו m , ובגובה $4R$ מעל פני הכוכב השני סובב לוויין נוסף שמסתו m .
- 1) מהו היחס בין זמני המחזור (T_1/T_2) של שני הלוויינים? (7 נק')
 - 2) האם ניתן לענות על 1 לפי החוק השלישי של קפלר? נמק! (5 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 19

1

א. 10 sec
 ב. 5 m/sec^2
 ג. 50 m/sec
 ד. לא, שווה בגודל ושונה בכיוון.
 ה. (1) קטן ממנו.
 (2)

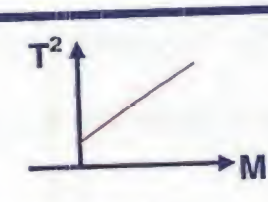


3

א. 5.1 m/sec
 ב. 60.68 N
 ג. 3.128 m/sec
 ד. 8.66 N

4

א. ←
 ב. חיתוך עם ציר Y: ריבוע זמן המחזור של מסת הקפיצים.
 חיתוך עם ציר X: מסת הקפיצים (ערך מוחלט).
 ג. 50 N/m
 ד. (1) לא (2) לא.
 ה. $\sqrt{\frac{K}{M}} \cdot A, A$



5

א. 8
 ב. 2
 ג. 0.707
 ד. (1) 0.7155
 (2) לא, הם לווינים של כוכבים שונים.

2

ב. $m_1 g - m_2 g = (m_1 + m_2 + M) \cdot a$
 ג. $44 \text{ N}, 45 \text{ N}, 1 \text{ kg}$
 ד. על m_1 , 5 N
 ה. T_1 גדל, T_2 קטן
 ו. כן, ברגע $t = 3.375 \text{ sec}$
 5.0625 m

מבחן מספר 20

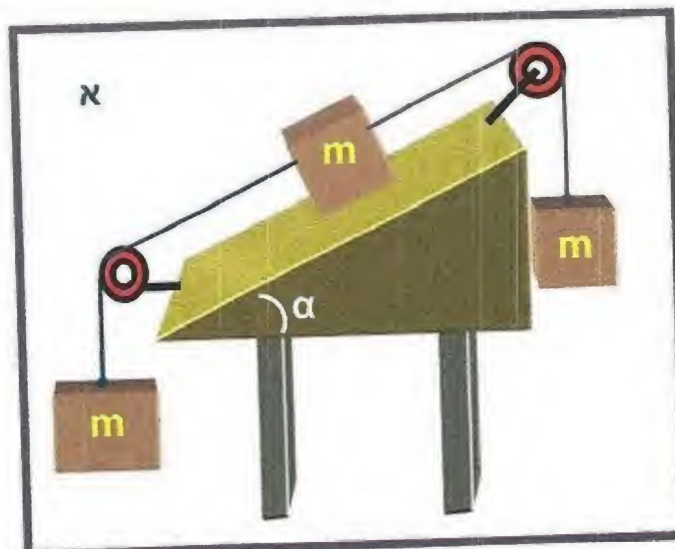
1 מטוס הנע במהירות של $V_0=250(\text{m/s})$ בכיוון היוצר זווית של $\alpha=37^\circ$ מעל האופק, משחרר פצצה בהיותו בנק' A הנמצאת בגובה של 320 מעל נק' P שעל הקרקע. הפצצה פוגעת בקרקע בנק' Q. (ראה תרשים) הזנח את התנגדות האוויר לתנועת הפצצה.



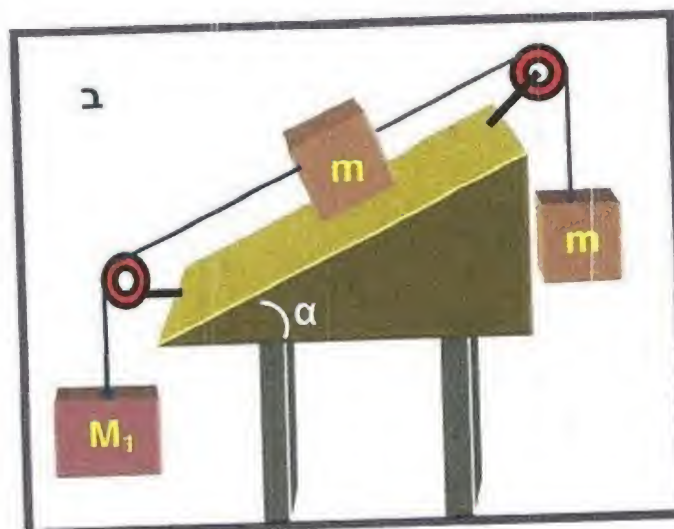
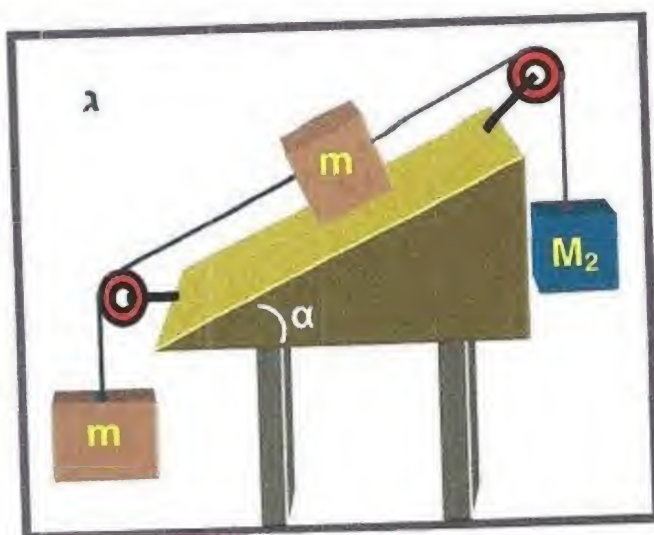
- א. סרטט במחברתך תרשים מקורב של מסלול תנועת הפצצה. סמן בתרשים את הנקודה A ואת הנקודות P ו-Q. (6 נק')
- ב. כעבור כמה זמן תפגע הפצצה בקרקע ? (10 נק')
- ג. מהי מהירות הפצצה ברגע פגיעתה בקרקע (גודל וכיוון) ? (10 נק')
- ד. היכן נימצא המטוס יחסית לנקודה Q ברגע שבו פגעה הפצצה בקרקע (באיזה מרחק אופקי ובאיזה גובה) ? הנח שתנועת המטוס לא הושפעה משחרור הפצצה. (7 1/3 נק')

2

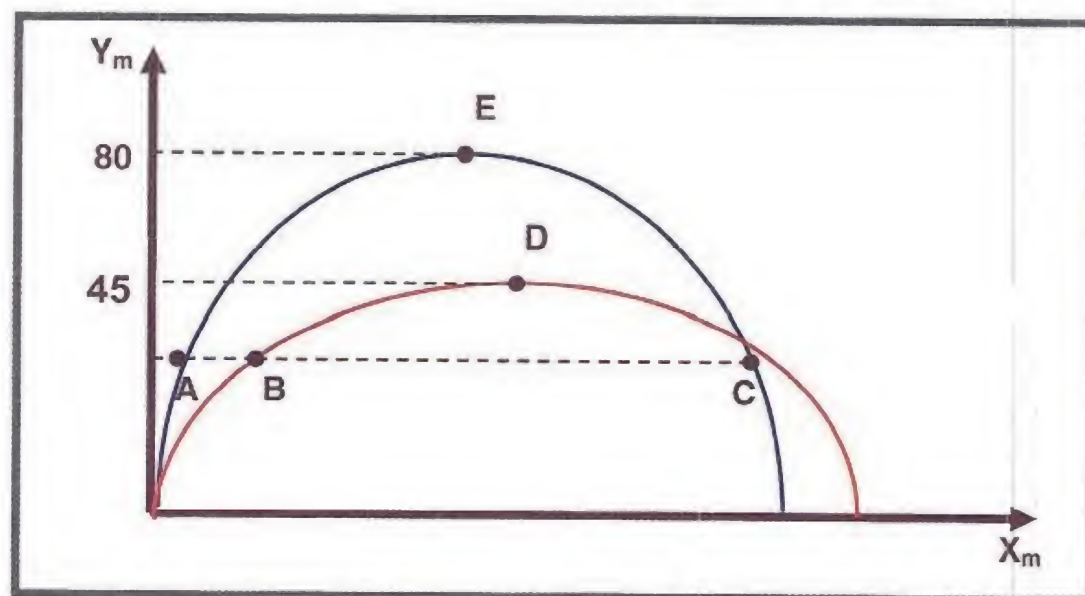
גוף שמסתו m נע על מישור משופע חלק הנטוי בזווית α .
הגוף קשור באמצעות שני חוטים הכרוכים סביב שתי גלגלות אל שני גופים נוספים
שמסתם m . (ראה תרשים א)
נתונים: g, m, α



- א. מהי תאוצת כל אחד מהגופים? (גודל וכיוון). (8 נק')
- ב. מצא את המתיחות בכל אחד מהחוטים. (6 נק')
- ג. האם המתיחות בחוטים היתה גדלה או קטנה אם היה חיכוך בזמן תאוצת כל אחד מהגופים? נמק! (5 1/3 נק')
- ד. מהי מסתו של גוף M_1 שיש לתלות במקום המסה השמאלית, כך שהגוף שעל המשטח ינוע כלפי מטה במהירות קבועה? (ראה תרשים ב) (7 נק')
- ה. מחזירים את המערכת למצבה הראשוני ובמקום המסה הימנית תולים מסה M_2 . מה צריך להיות ערכה בכדי שהגוף שעל המשטח ינוע במעלה המישור המשופע במהירות קבועה? (ראה תרשים ג) (7 נק')



התרשים שלפניך מתאר את מקומם של שני גופים זהים שנזרקו באותה המהירות V_0 . הראשון ניזרק בזווית α והשני בזווית β . מישור הייחוס לחישוב האנרגיה הפוטנציאלית נבחר ב- $y=0$. מישור התנועה מתואר ע"י ציר ה- X וציר ה- y .



נקודות A, B, C, נימצאות באותה רמה y , ונקודות E ו- D מציינות את פסגת המסלול של כל אחד מהגופים. ענה על הסעיפים הבאים בהתבסס על חוק שימור האנרגיה:

א) האם בנקודות A, B, C לשני הגופים:

(1) אותה אנרגיית גובה? (2 נק')

(2) אותה אנרגייה קינטית? (2 נק')

(3) אותה אנרגייה כללית? (2 נק')

ב) האם בנקודות E ו- D לגופים יש:

(1) רק אנרגיית גובה? (2 נק')

(2) רק אנרגייה קינטית? (2 נק')

(3) אנרגייה קינטית ואנרגיית גובה? (2 נק')

ג) חשב את הרכיב האנכי של המהירות ההתחלתית של כל אחד מהגופים. (8 נק')

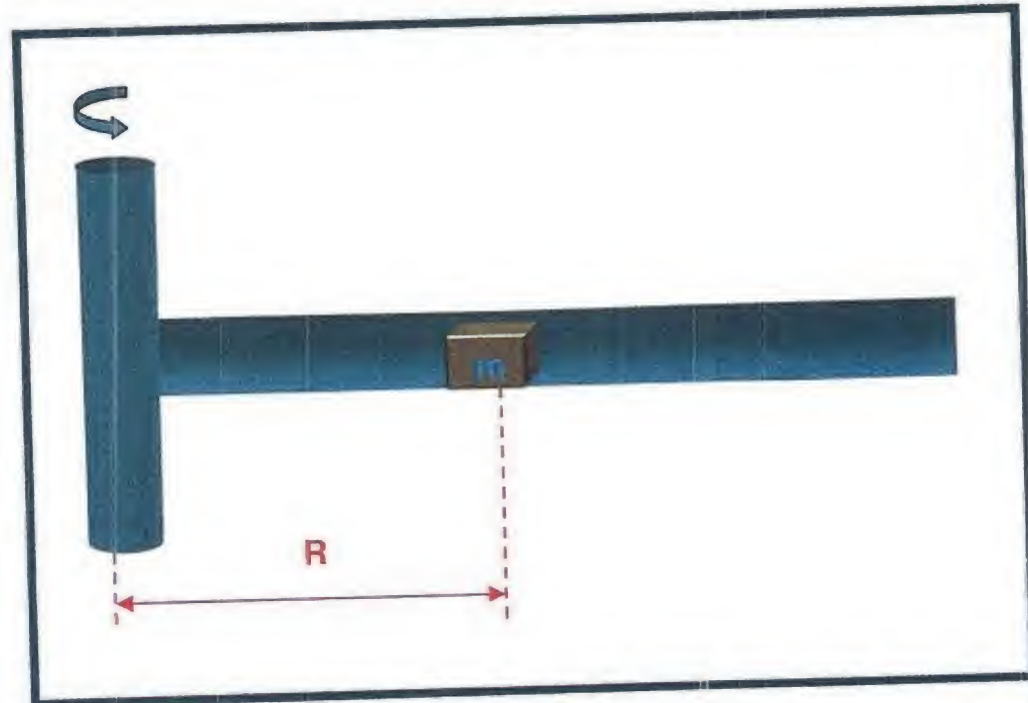
ד) חשב כעבור כמה זמן מרגע הזריקה חוזר כל אחד מהגופים לקרקע. (7 נק')

ה) האם ברגע פגיעתם בקרקע לגופים:

(1) אותה אנרגייה קינטית? (3 נק')

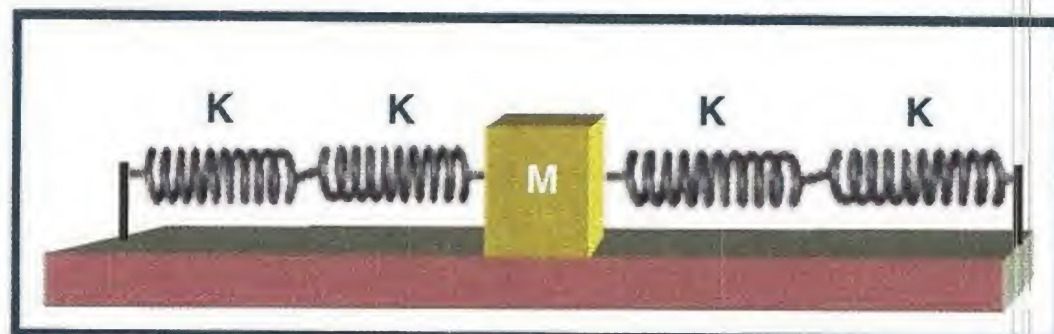
(2) אותה המהירות? (3½ נק')

4 גוף שמסתו m מונח בתוך צינור אופקי המחובר לציר. המסה מונחת במרחק R מציר הסיבוב האנכי של הצינור. (ראה תרשים) נתונים: $R, g, \mu_k = 2\mu_s$.



- (א) באיזו מהירות מרבית V_0 מותר לסובב את הצינור סביב הציר כך שהמסה תישאר עדיין במרחק R ממנו? (7 נקודות)
- (ב) מביאים את הצינור לידי סיבוב במהירות $2V_0$, כשהמסה מוחזקת במרחק R , ואז כשמרפים ממנה, היא נעצרת במרחק $4R$ מהציר.
- (1) מהי העבודה שביצע כוח החיכוך בעת תזוזת המסה מ- R ל- $4R$? (8 נקודות)
- (2) מהי המהירות המרבית של הצינור ברגע שהמסה נעצרת? (10% נקודות)
- (ג) האם הכוח הצנטריפטלי הפועל על הגוף כשהוא מסתובב במהירות V_0 שווה בגודלו לכוח הצנטריפטלי כשהגוף סובב במהירות $2V_0$? אם כן – נמק מדוע. אם לא – באיזה מצב הכוח גדול יותר ופי כמה? (8 נקודות)

בתרשים מתואר משטח של שולחן אופקי חלק ועליו מונח גוף שמסתו M . הגוף מחובר אל ארבעה קפיצים, כשהקצוות הרחוקים שלהם מחוברים לנקודות קבועות. במצב ההתחלתי הקפיצים רפויים.

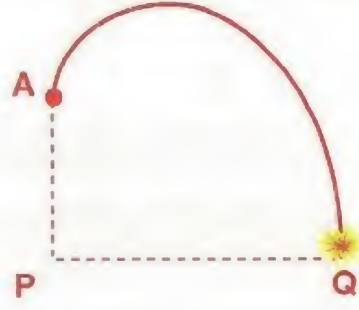


מזיזים את הגוף בשיעור A ימינה מהמצב בו הקפיצים רפויים ומשחררים ממנוחה. נתונים: K, M, g, A .

- א. מהו זמן המחזור של התנודות? (8 נק')
- ב. מהי המהירות המכסימלית של הגוף במהלך התנודות? (6 נק')
- ג. מהי התאוצה המכסימלית של הגוף במהלך התנודות? (6 נק')
- ד. תוך כמה זמן מרגע השחרור מגיע הבול בפעם הראשונה למרחק של רבע המשרעת מנקודת שיווי המשקל? מה תהיה אז מהירותו (גודל וכיוון)? (8 נק')
- ה. נניח כי שני הקפיצים השמאליים נותקו במהלך התנודות, כאשר הגוף היה בקצה המשרעת. האם המהירות המקסימלית תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5½ נק')

תשובות – מבחן מספר 20

1

א. 

ב. 32sec

ג. 226.7m/s , בזווית של -40.36°

ד. ישירות מעל לפצצה בגובה של 5120m מעל לקרקע.

2

א. $\frac{g \cdot \sin \alpha}{3}$

ב. $mg(1 - \frac{\sin \alpha}{3})$

$mg(1 + \frac{\sin \alpha}{3})$

ג. בחוט הימני המתיחות היתה קטנה, בחוט השמאלי המתיחות היתה גדלה.

ד. $m(1 - \sin \alpha)$

ה. $m(1 + \sin \alpha)$

3

א. כן, כן, כן.

ב. לא, לא, כן.

ג. 40m/s, 30m/s

ד. 8sec, 6sec

ה. כן, כן בגודלה.

4

א. $\sqrt{g \cdot R \cdot \mu_s}$

ב. $(1 - 1.5mgR\mu_s)$

$\sqrt{g \cdot R \cdot \mu_s}$ (2

ג. לא. גדול פי 4 במהירות $2v_0$.

5

א. $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}}$

ב. $\sqrt{\frac{K}{M}} \cdot A$

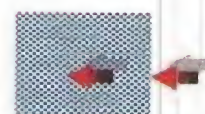
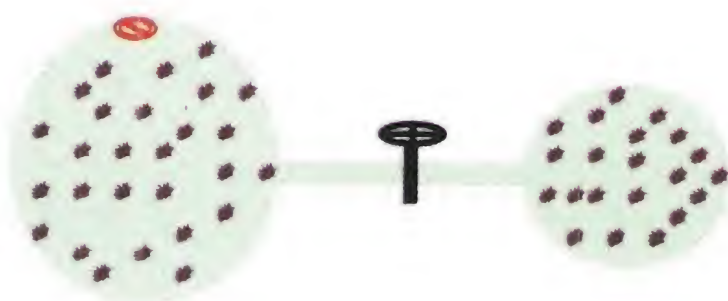
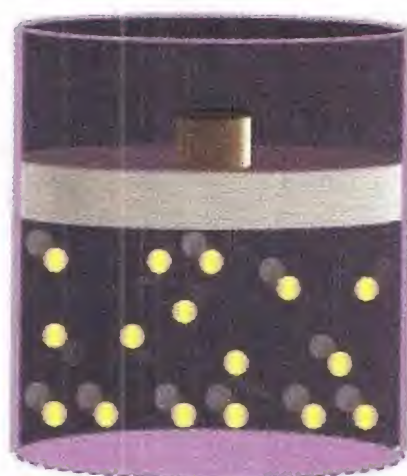
ג. $\frac{K}{M} \cdot A$

ד. $t = \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot 1.3181$

$v = \sqrt{\frac{K}{M}} \cdot 0.968A$

ה. תיקון

מודל הגז האידאלי

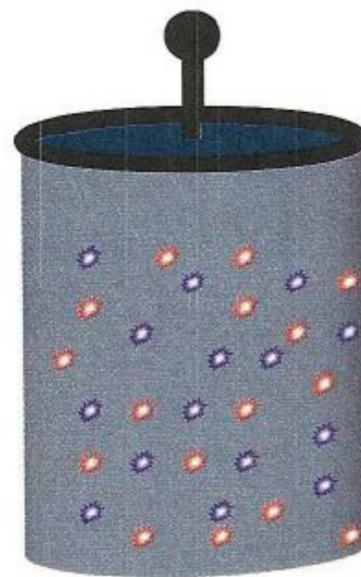


1

א. הגדר מהו לחץ. (5 נק')

ב. ציין שתי תכונות של הלחץ בגז (שאינו במצב זרימה). (6 נק')

ג. בכלי שנפחו 0.5 m^3 יש $5 \cdot 10^{24}$ אטומי ארגון ו- $5 \cdot 10^{24}$ אטומי הליום. טמפ' הגז בכלי היא 17°C . הנח כי הגז הוא אידיאלי.



(1) חשב את לחץ הגז בכלי. (10 נק')

(2) חשב את האנרגיה הקינטית הממוצעת של אטום הליום בכלי. (5 נק')

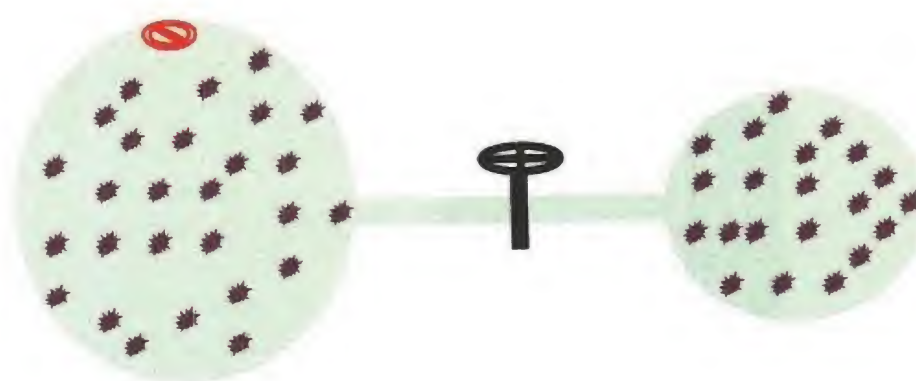
ד. כיצד ניתן להגדיל את הלחץ של גז אידיאלי:

(1) מבלי לשנות את נפחו? (3 נק')

(2) מבלי לשנות את הטמפ' שלו? ($4\frac{1}{3}$ נק')

2

שני מכלים סגורים, המחוברים ביניהם על ידי ברז (ראה תרשים), מכילים גז אידיאלי בטמפרטורה של $T_0 = 250^\circ \text{K}$.
 נפח הגז במכל הראשון 5 ליטר ולחצו $2.5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
 נפח הגז במכל השני 3 ליטר ולחצו $4.5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
 במכל הראשון ישנו שסתום בטחון הנפתח בלחץ גבוה מ- $3.5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.



- מהו מספר חלקיקי (מולקולות) הגז בשני המיכלים יחד? (8 נק')
- פותחים את הברז המחובר בין המיכלים. מהו הלחץ שמתקבל? האם תהיה דליפה דרך השסתום? (הנח כי אין שינוי בטמפרטורה). (8 נק')
- מה הטמפרטורה המקסימלית שבה השסתום יישאר סגור במצב בו מחוברים שני המיכלים? (8 נק')
- מחממים את שני המיכלים לטמפרטורה של 500°K . חשב את מספר חלקיקי הגז שנותרו בשני המיכלים. (9½ נק')

במיכל מתכת גלילי הסגור באמצעות בוכנה ניידת, שיכולה לנוע ללא חיכוך, נימצא אוויר, לחץ האוויר מחוץ לבוכנה הוא P_a .



- א. מהו לחץ האוויר בתוך המיכל אם הבוכנה נמצאת בשיווי משקל? (4 נק')
- ב. כשדוחפים את הבוכנה פנימה ע"י הפעלת כוח, מפעיל האוויר שבתוך המיכל כוח נגדי. מהו המקור לכוח זה:
- (1) לפי המודל הסטטי? (4 נק')
 - (2) לפי המודל הקינטי? (4 נק')
- ג. מהן ההנחות של מודל הגז האידיאלי? (6 נק')
- ד. כשלוקחים גזים אידיאליים שונים ומחממים אותם כולם מתפשטים באותו שיעור.
- (1) האם המודל הסטטי יכול להסביר זאת? נמק. (4 נק')
 - (2) מהו ההסבר לפי המודל הקינטי? (4 נק')
- ה. בתוך מיכל שנפחו 3 m^3 כלוא גז בטמפ' של 47°C ובלחץ של $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
- (1) כמה מולקולות גז נמצאות במיכל? ($4\frac{1}{3}$ נק')
 - (2) מהי האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הגז? (3 נק')

א. נסח את החוק הראשון של התרמודינמיקה, ורשום את הניסוח המתמטי שלו.
(5 נק')

ב. הבא שתי דוגמאות:

(1) להפיכת עבודה לחום. (3 נק')

(2) להפיכת חום לעבודה. (3 נק')

ג.. מחממים גז הנמצא בכלי סגור:

(1) האם מתבצעת עבודה? הסבר. (3 נק')

(2) למה מנוצל החום? (3 נק')

ד. (1) הגדר מהי טמפ'. (3 נק')

(2) הגדר מהו חום. (3 נק')

(3) האם "תרמומטר" (מד-חום) מודד חום או טמפ'? הסבר. (3 נק')

ה. מספקים ל-1 גרם מים בטמפ' של 100°C ובלחץ של 10^5 N/m^2 כמות חום של 2253 J והם הופכים לאדי מים. הנפח של 1 גרם מים גדל מ- 10^{-6} m^3 ל- $1.671 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

(1) כמה עבודה בוצעה על המערכת? (6 1/3 נק')

(2) האם האנרגיה הפנימית של אדי המים גדלה? חשב מהי. (2 נק')

(3) האם חלה עלייה בטמפ'? (2 נק')



מיכל שניפחו V מורכב משני חלקים שווים בנפחם, המופרדים ביניהם באמצעות מחיצה הקבועה במקומה. בשני החלקים יש אותו גז אידיאלי. הלחץ בחלק הימני גדול פי 4 מהלחץ בחלק השמאלי (P). ובשני חלקי המיכל הייתה אותה טמפרטורה, T .



א. באיזה חלק של המיכל, הימני או השמאלי, היה מספר חלקיקי (מולקולות) הגז גדול יותר? (3 נק')

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את היחס שבין מספר חלקיקי הגז בחלק הימני של המיכל למספר חלקיקי הגז בחלקו השמאלי. (3 נק')



ברגע מסוים סילקו את המחיצה המפרידה.

ב. בטא את לחץ הגז במיכל לאחר סילוק המחיצה. (8 נק')

מרוקנים את הגז מהמיכל. לאחר מכן מחזירים את המחיצה למקומה וממלאים את שני חלקי המיכל בגז אידיאלי. הפעם הלחץ בשני חלקי המיכל היה שווה (P), אך הטמפרטורה בחלק הימני של המיכל הייתה גדולה פי 4 מהטמפרטורה שבחלקו השמאלי.

ג. 1) באיזה חלק של המיכל, הימני או השמאלי, היה מספר חלקיקי הגז גדול יותר? (3 נק')

2) בטא באמצעות נתוני השאלה את היחס שבין מספר חלקיקי הגז בחלק הימני של המיכל למספר חלקיקי הגז בחלקו השמאלי. (3 נק')

ד. מה יהיה הלחץ ומה תהיה הטמפ' במכל אם יסלקו את המחיצה המפרידה? (13% נק')

- א. ציין שני תהליכים שבאמצעותם ניתן לשנות אנרגיה של גוף. (6 נק')
- ב. אדם החש תחושת קור ברגליו יכול להצמיד את כפות רגליו לשמיכה חשמלית מחוממת, או לשפשף את כפות רגליו זו בזו.



- 1) באילו מהתהליכים החימום נעשה ללא מעבר חום? הסבר. (4 נק')
- 2) תאר כל אחד מהתהליכים באמצעות מעברי אנרגיה. (4 נק')
- ג.. נסח את החוק השני של התרמודינמיקה. (6 נק')
- ד. משאית שמסתה 6 טון נוסעת במהירות של 90 קמ"ש ונעצרת תוך בלימה.
- 1) מצא את כמות החום שנוצרה עקב חיכוך הבלימה. (8 נק')
- 2) האם ניתן להחזיר את כל כמות החום (האנרגיה "המבוזבזת") ולהפיק ממנה עבודה מיכנית?
התייחס בתשובתך לחוק הראשון של התרמודינמיקה ולחוק השני של התרמודינמיקה. (3 1/3 נק')

שני מיכלים מחוברים באמצעות ברז ומבודדים תרמית מהסביבה. כלי אחד מכיל N מולקולות של גז, והשני ריק. פותחים את הברז והגז ממלא גם את הכלי השני.

7

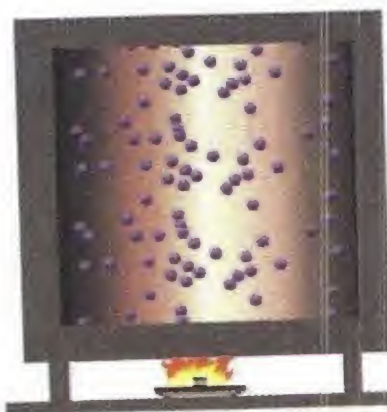


בהנחה שהגז הוא אידיאלי:

- א. האם יש חילופי חום בין המערכות לבין הסביבה ? נמק. (4 נק')
- ב. האם התבצעה עבודה על המערכת או על ידה, במהלך ההתפשטות של הגז ? נמק. (6 נק')
- ג. האם חל שינוי באנרגיה הפנימית של המערכת ? נמק. (5 נק')
- ד. בחישוב התקבל שלא חל שינוי בטמפ' של המערכת. הסבר את אופן ביצוע החישוב. העזר בחוק הראשון של התרמודינמיקה. (6 נק')
- ה. כאשר מודדים את הטמפ' בפועל מוצאים שהטמפ' נמוכה יותר מזו שהיתה לפני פתיחת הברז. האם הדבר עומד בסתירה לחוק שימור האנרגיה ? הסבר משיקולי אנרגיה מהו המקור לשינוי בטמפ'. (12 1/3 נק')

החוק הראשון של התרמודינמיקה מנוסח באופן הבא: $\Delta U = Q - W$. כל אות מסמנת פונקציה.

- א. איזו פונקציה מסמנת כל אות, מתי היא חיובית ומתי היא שלילית? (9 נק')
- ב. אילו מהפונקציות שבניסוח הנ"ל תלויות רק במצב ההתחלתי ובמצב הסופי, ואילו מהפונקציות תלויות בתהליך? הסבר. (4 נק')
- ג. מחממים $6.02 \cdot 10^{24}$ מולקולות של גז אידיאלי מטמפ' של 27° לטמפ' של 57° .



- (1) מהו השינוי באנרגיה הפנימית של הגז? (4 נק')
- (2) מהי העבודה שנעשתה על הגז, ומהי כמות החום שצריך לספק לגז אם התהליך נעשה בנפח קבוע? (4 נק')
- (3) האם כמות החום שיש לספק לגז תגדל או תקטן בהשוואה לתוצאה בסעיף 2 אם נעשית על הגז עבודה? (4 נק')
- ד. כיצד ניתן לחמם גז תוך שינוי נפחו:
- (1) ללא שינוי הטמפ' שלו? (4 נק')
- (2) ללא שינוי הלחץ שלו? (4½ נק')

מיכל מתכת גליל ששטח בסיסו 40 cm^2 מכיל $4.82 \cdot 10^{22}$ מולקולות אוויר בטמפ' של 30°C . המיכל סגור בקצהו העליון באמצעות בוכנה ניידת שמסתה 6 kg וגובהה מעל בסיס המיכל הוא 50 cm . הבוכנה נעה בלא חיכוך.



- א. חשב את לחץ האוויר הכלוא במיכל. (10 נק')
 - ב. חשב את הלחץ האטמוספרי השורר במקום שבו נמצא המיכל. (6 נק')
 - ג. מעבירים את המערכת למקום גבוה יותר, שבו שוררים לחץ אטמוספרי של $70,000 \text{ N/m}^2$ וטמפ' של -10°C .
- (1) מה יהיה עתה הלחץ בתוך המיכל? (6 נק')
 - (2) מה יהיה גובה הבוכנה מעל קרקעית המיכל? (6 נק')
 - (3) פי כמה קטנה האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת האוויר? ($5\frac{1}{3}$ נק')

א. ציין שתיים מבין ההנחות שעליהן מבוסס הפיתוח של משוואת המצב של גז אידיאלי. (4 נק')

ב. כאשר כדור פורח ריחף בשכבת אוויר בעלת טמפ' של 27°C היה נפחו 1100m^3 . בכמה יפחת נפח הכדור לכשיעבור לשכבת אוויר אחרת, בה שוררת טמפ' בת 0° ? (הנח כי לחץ הגז הינו קבוע). (8 נק')



ג. הלחץ המקסימלי המותר במיכל חמצן הוא $250 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. החמצן שבמיכל מצוי בטמפרטורה של 0° ובלחץ של $200 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. עד לאיזו טמפרטורה מותר לחמם את המיכל? (הנח כי הנפח הוא קבוע). (8 נק')

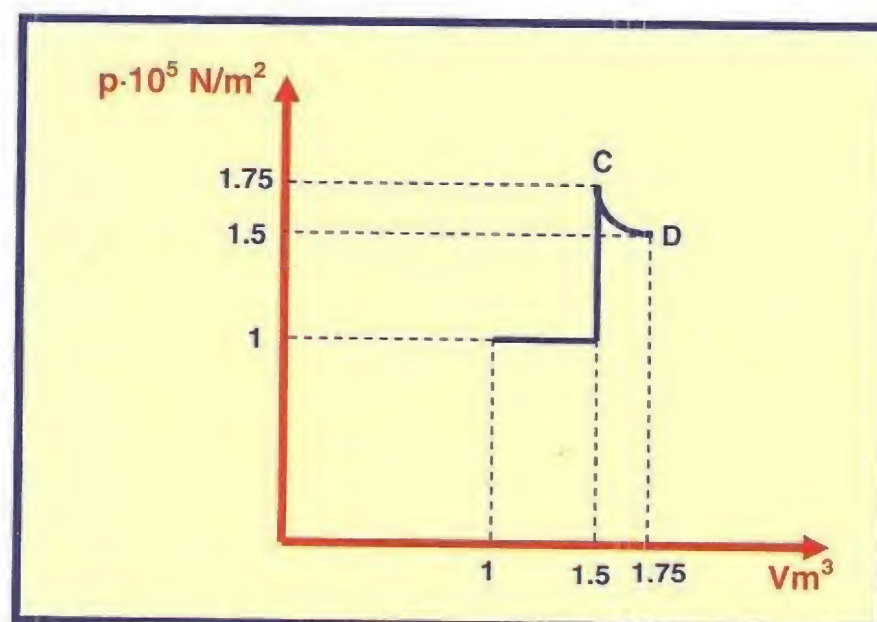


ד. בזמן ניפוח צמיג גדל ניפחו מ-200 ליטר בלחץ של 10^5 N/m^2 ל-220 ליטר, ואילו מספר מולקולות האוויר בתוכו גדל פי 2. בהנחה שטמפ' האוויר בצמיג לא השתנתה, מה יהיה לחץ האוויר לאחר הניפוח? (8 נק')



ה. תהליך ניקרא אדיאבטי אם אין חילופי חום בין הסביבה לבין המערכת בה מתרחש התהליך, כלומר $Q=0$. תאר שני אופנים המאפשרים ביצוע תהליך כזה. (5½ נק')

הגרף שבתרשים מתאר שינויים בלחץ ובנפח V של מספר קבוע N של מולקולות גז אידיאלי. כאשר הגז נמצא במצב המתואר על-ידי הנק' A שבגרף, הטמפרטורה שלו היא 23°C . התהליך CD הוא תהליך של התפשטות בטמפרטורה קבועה.



א. תאר והסבר את התהליך המעביר את הגז:

- (1) מהמצב בנק' A למצב בנק' B בגרף. (3 נק')
- (2) מהמצב בנק' B למצב בנק' C בגרף. (3 נק')
- (3) מהמצב בנק' C למצב בנק' D בגרף. (3 נק')

ב. חשב את הטמפרטורות של הגז כאשר הוא:

- (1) במצב שבנק' B בגרף. (5 נק')
- (2) במצב שבנק' C בגרף. (5 נק')
- (3) במצב שבנק' D בגרף. (3 נק')

ג. חשב את מספר המולקולות של הגז. (5 נק')

ד. באילו מהתהליכים, AB , BC או CD האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת הגז:

- (1) נותרת קבועה? (2) גדלה? (3) קטנה? הסבר. (6 1/3 נק')

בקבוק זכוכית של משקה מוגז שנפחו 1 ליטר הורק מהמשקה ונסגר הרמטית בטמפרטורת החדר 27° . לאחר מכן הוכנס הבקבוק לתנור. כאשר טמפרטורת התנור הגיעה ל- 450° התפוצץ הבקבוק. ידוע שהלחץ האטמוספרי הוא 10^5 N/m^2 (הלחץ בבקבוק כשהוא נסגר).



א. חשב את הלחץ המקסימלי אותו יכול הבקבוק לשאת. (הזנח את התפשטות הזכוכית בחום). (8 נק')

ב. שרטט גרף איכותי של P כפונקציה של T מרגע סגירת הבקבוק עד לרגע התפוצצותו. (6 נק')

ג. כמה מולקולות גז נמצאות בבקבוק? (6 נק')

ד. מהי האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת הגז:

(1) ברגע סגירת הבקבוק? (3 נק')

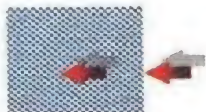
(2) רגע לפני שהבקבוק התפוצץ? (3 נק')

ה. (1) מה מבטאת המכפלה $P \cdot \Delta V$? מהן היחידות של המכפלה? הוכח. (4 נק')

(2) הסבר מדוע האנרגיה הקינטית של מולקולות גז בבקבוק לפני התנגשותן בדופן הבקבוק, בו הן נמצאות, שווה לאנרגיה הקינטית לאחר ההתנגשות. ($3\frac{1}{3}$ נק')

א. תאר את המרות האנרגיה בדוגמאות שלפניך:

(1) קליע חודר לתוך קיר ונעצר בו. (3 נק')



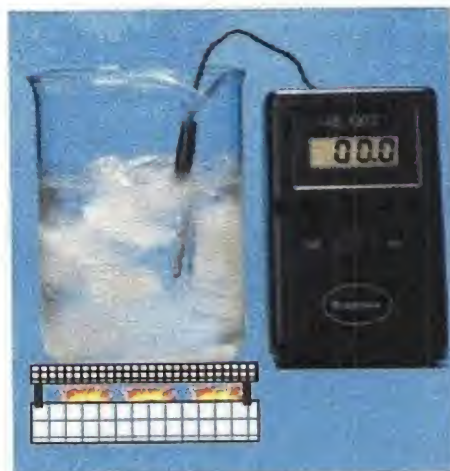
(2) גוף המשוחרר ממעלה מישור משופע מחליק לאורך המדרון במהירות קבועה. (3 נק')



(3) התכת גוש קרח על-ידי שפשופו בגושי קרח בטמפרטורה זהה. (3 נק')



(4) התכת גוש קרח בטמפרטורה של 0° למים בטמפרטורה של 0° על-ידי חימום. (3 נק')



ב. (1) באילו מהדוגמאות יש שינוי באנרגיה הפנימית מבלי שיש עליה בטמפרטורה? הסבר. (4 נק')

(2) באילו מהתהליכים יש עליה בטמפרטורה מבלי שסופק חום למערכת? (4 נק')

(3) באילו מהתהליכים מתבצעת עבודה על המערכת? $(W < 0)$ (4 נק')

ג. קליע שמסתו 15gr הנוע במהירות של 500 m/sec חודר לקיר ונעצר לאחר 1 cm.

(1) מהי עבודת כוח החיכוך? (3 נק')

(2) מהו השינוי באנרגיה הפנימית של הקליע והקיר? (3½ נק')

(3) חשב את הכוח הממוצע שהקיר הפעיל על הקליע. (3 נק')

מיכל מתכת גלילי סגור באמצעות בוכנה ניידת שמסתה זניחה. הבוכנה נעה ללא חיכוך. שטח החתך של המיכל הוא A וגובהו h . בשלב ההתחלה נמצאת הבוכנה בגובה h_1 . הלחץ האטמוספרי הוא P_a . (ראה תרשים א')



על הבוכנה שמים גוף שמסתו m . כתוצאה מכך יורדת הבוכנה לגובה h_2 . (ראה תרשים ב').

א. באמצעות הגדלים הנתונים בשאלה הבע את:

(1) לחץ האוויר הכלוא בבוכנה, כאשר הבוכנה נמצאת בגובה h_2 . (8 נק')

(2) הגובה h_2 . (6 נק')

טמפרטורת האוויר הכלוא במיכל היא T_1 . מעבירים את המיכל למקום שהטמפרטורה בו היא T_2 .

ב. מה קורה לבוכנה (עולה, יורדת או נשארת במקומה) בשלושת המקרים הבאים:

(1) $T_2 = T_1$? נמק. (4 נק')

(2) $T_2 > T_1$? נמק. (4 נק')

(3) $T_2 < T_1$? נמק. (4 נק')

ג. מחזירים את הבוכנה לשלב ההתחלתי. מורידים באיטיות רבה את הבוכנה עד שנפח הגז הכלוא מגיע למחצית מנפחו ההתחלתי. לאחר מכן משחררים את הבוכנה, והיא עולה במהירות רבה, עד שלחץ הגז הכלוא חוזר לערכו ההתחלתי. מה מאפיין את התהליך המתרחש בהורדה איטית מאוד של הבוכנה בשלב הראשון, ומה מאפיין את התהליך המתרחש בעלייתה המהירה מאוד בשלב השני? (7½ נק')

כדי לקבוע את הקשר בין הנפח V של גז אידאלי לבין הלחץ P המופעל עליו, הכניסו את הגז לתוך מזרק סגור. המזרק הוצב בצורה אנכית. על משטח עץ המחובר לראש הבוכנה של המזרק הניחו משקולות, ומדדו את נפח הגז במזרק כפונקציה של משקל המשקולות.



הטמפרטורה של הגז נשארה קבועה במהלך הניסוי. שטח הבוכנה של המזרק היה $A = 4.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. לפנייך טבלה המסכמת את תוצאות הניסוי:

F_N משקל המשקולות	0	20	40	60	80
$V \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ נפח הגז	3.57	2.46	1.88	1.52	1.28
$P \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ לחץ המשקולות					
$1/V \cdot (10^4 \text{ m}^{-3})$					

- השלם את הטבלה והסבר כיצד חישבת את לחץ המשקולות. (6 נק')
- שרטט גרף של $1/V$ כפונקציה של הלחץ P המופעל על הגז על-ידי המשקולות. (6 נק')
- מהו הקשר בין לחץ הגז שבמזרק, הלחץ P המופעל על הגז על-ידי המשקולות והלחץ האטמוספרי P_a ? (6 נק')
- הוכח את הקשר: $\frac{1}{V} = \frac{P}{NKT} + \frac{P_a}{NKT}$ (הלחץ האטמוספרי). (6 נק')
- נתון שטמפרטורת הגז שבמזרק במהלך הניסוי כולו הייתה 300°K . מצא בעזרת הגרף ובעזרת הקשר הנתון בסעיף ד' את הלחץ האטמוספרי P_a , שפעל במקום בו נערך הניסוי, ואת מספר חלקיקי (מולקולות) הגז בתוך המזרק. (9½ נק')

תשובות לשאלות- מודל הגז האידאלי:

1. א. היחס בין גודל רכיב הכוח הניצב למשטח לבין שטח המשטח.
 ב. (1) פועל במידה שווה לכל הכיוונים.
 (2) שווה בכל מרחב המיכל.
 ג. (1) 80040 N/m^2
 (2) $6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
 ד. (1) לחממו בכלי סגור.
 (2) לדחוס אותו באיטיות רבה.

2. א. $7.536 \cdot 10^{26}$
 ב. $3.25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, לא.
 ג. 269.2° K
 ד. $4.057 \cdot 10^{26}$

3. א. Pa
 ב. (1) האינטראקציה בין המרכיבים הבסיסיים של האוויר
 (האוויר הוא כמו קפיץ מכווץ).
 (2) הגז מורכב מחלקיקים זעירים הנעים לכל הכיוונים, מתנגשים בדפנות,
 ומפעילים עליהן כוח.
 ג. (1) ניתן להזניח את השפעת ההתנגשויות בין מולקולות הגז לבין עצמן על לחץ
 הגז.
 (2) התנגשויות המולקולות הן אלסטיות.
 (3) בין ההתנגשויות תנועת המולקולות קצובה.
 (4) המולקולות נקודתיות (חסרות מימדים).
 ד. (1) לא, זה מעיד שלכוחות הפנימיים אין כל השפעה כאשר מדובר על הלחץ
 שהגז מפעיל על הדפנות.
 (2) החלקיקים נמצאים בתנועה מתמדת, וההתנגשויות שלהם עם הדפנות הן
 אלסטיות.
 ה. (1) $1.359 \cdot 10^{26}$
 (2) $6.62 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

4. א. השינוי באנרגיה הפנימית של מערכת שווה לכמות החום שסופקה למערכת פחות העבודה שבוצעה על ידה. $\Delta U = Q - W$.

ב. (1) חיכוך, הנוצר תוך כדי ביצוע עבודה הופך בחלקו לחום. גופים המתנגשים, גופים נעים אחד על גבי השני וכו'.
(2) חום הקיטור (בקטר, בדוד) נהפך לעבודה המניעה את הרכבת, המכונה, המנוע וכו'.

ג. (1) לא, $W = P \cdot \Delta V$. אין שינוי בנפח.
(2) לשינוי באנרגיה הפנימית.

ד. (1) מדד לאנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הגז.
(2) האנרגיה במעבר בין שתי מערכות שקיים ביניהן הפרש טמפרטורות.
(3) טמפרטורה. טמפרטורת מכשיר המדידה משתווה לטמפרטורת הגוף הנמדד.

ה. (1) 169 J
(2) גדלה, 2084 J
(3) לא, האנרגיה הייתה דרושה להגדלת המרחק הממוצע בין המולקולות.

5. א. (1) בחלק הימני.

(2) $N_1/N_2 = 4$

ב. $P' = 2.5P$

ג. (1) בחלק השמאלי.

(2) $N_1/N_2 = 1/4$

ד. $T' = 1.6T$, $P' = P$

6. א. חימום ועבודה.

ב. (1) בשפשוף רגליים זו בזו החימום נעשה ללא מעבר חום.
(2) בהצמדת הרגליים לשמיכה חשמלית: אנרגיה תרמית \leftarrow אנרגיה תרמית.
בשפשוף הרגליים: אנרגיה קינטית \leftarrow אנרגיה תרמית.

ג. לא יתכן לבנות מכונה, שהתוצאה היחידה של פעולתה היא הוצאת חום ממקור בטמפרטורה מסויימת, והפיכת כל כולו לעבודה.

ד. (1) $1.875 \cdot 10^6$ J
(2) בהתאם לחוק השני של התרמודינמיקה אין זה אפשרי, אך תהליך כזה לא היה עומד בסתירה לחוק הראשון של התרמודינמיקה.

7. א. לא, מאחר והמערכת מבודדת תרמית מהסביבה.

ב. לא, $W=0$, התפשטות חופשית.

ג. לא, היות ולא בוצעה עבודה ואין מעבר חום אין שינוי באנרגיה הפנימית.

ד. $\Delta U = Q - W$ $\Delta U = 0 \leftarrow (W=0, Q=0)$.

ה. אין סתירה לחוק שימור האנרגיה. האנרגיה הפנימית של גז תלויה בנוסף לאנרגיה הקינטית גם באנרגיה הפוטנציאלית. היות שנפח הגז גדל, גדל גם המרחק ההדדי בין המולקולות ועקב זה גם גדלה האנרגיה הפוטנציאלית שלהן. הדבר מתרחש על חשבון האנרגיה הקינטית הפוחתת. הקטנת האנרגיה הקינטית של המולקולות מתבטאת בירידת הטמפרטורה של הגז.

$$\Delta E_k < 0 \leftarrow \Delta E_p > 0 \leftarrow \Delta E_p + \Delta E_k = 0 \leftarrow \Delta U = 0 \leftarrow U = E_k + E_p$$

8. א. $\Delta U \leftarrow$ השינוי באנרגיה הפנימית, $W \leftarrow$ העבודה שבוצעה על ידי המערכת,

$Q \leftarrow$ כמות החום שסופקה למערכת.

$W > 0$ אם המערכת מבצעת עבודה.

$W < 0$ אם בוצעה עבודה על המערכת.

$Q > 0$ אם מספקים חום למערכת.

$Q < 0$ אם המערכת פולטת חום.

ב. העבודה והחום תלויות בתהליך. האנרגיה הפנימית תלויה אך ורק במצב ההתחלתי והסופי ולא במסלול שבו בוצע התהליך.

ג. 1) $6.21 \cdot 10^{-22} \text{ J}$

2) $Q = 6.21 \cdot 10^{-22} \text{ J}, W = 0$

3) כמות החום תקטן. $Q = \Delta U - W \leftarrow W < 0 \leftarrow \Delta U = Q - W$

ד. 1) הכנסתו למיכל עם בוכנה, ולהוריד באיטיות רבה את הבוכנה.

2) הכנסתו למיכל עם בוכנה הנעה חופשית בזמן חימום המיכל.

9. א. $1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ב. $0.85 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ג. 1) $0.85 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

2) 51.4 cm

3) 0.867

10. א. הגז נמצא בלחץ נמוך ורחוק מטמפרטורת העיבוי.

ב. 99 m^3

ג. 68.25°C (341.25°K)

ד. $1.818 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ה. (1) בידוד המערכת מהסביבה.

(2) שינוי מהיר בנפח או בלחץ הגז הכלוא בכלי.

11. א. (1) חימום בלחץ קבוע, הנפח גדל.

(2) חימום בנפח קבוע, הלחץ גדל.

(3) הגדלת הנפח תוך הקטנת הלחץ בטמפרטורה קבועה.

ב. (1) 375°K (2) 656.25°K (3) 656.25°K

ג. $2 \cdot 9 \cdot 10^{25}$

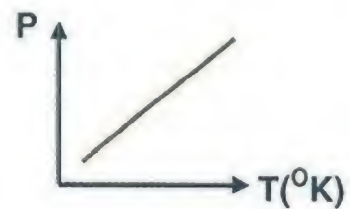
ד. (1) CD (2) AB, BC (3) הטמפרטורה אינה קטנה.

12. א. $2.41 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ג. $2.416 \cdot 10^{22}$

ד. (1) $6.21 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

(2) $1.5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$



ה. (1) את העבודה ביחידות ג'אול.

(2) אם לא כן המולקולות היו מאבדות אנרגיה והיו מאיטות, ולכן גם הלחץ

שלהן על הדפנות היה נחלש.

13. א. (1) אנרגיה קינטית ← אנרגיה תרמית.
 (2) אנרגיה פוטנציאלית ← אנרגיה קינטית + אנרגיה תרמית.
 (3) אנרגיה קינטית ← אנרגיה תרמית (הגדלת אנרגיה פוטנציאלית).
 (4) אנרגיה תרמית ← אנרגיה תרמית (הגדלת אנרגיה פוטנציאלית).

ב. (1) בדוגמאות 3 ו-4.
 (2) בדוגמאות 1 ו-2.
 (3) בדוגמאות 1,2,3.

ג. (1) -1875 J
 (2) 1875 J
 (3) $-1.875 \cdot 10^5 \text{ N}$

14. א. (1) $P = P_a + \frac{mg}{A}$
 (2) $h_2 = h_1 \cdot \frac{P_a}{P_a + \frac{mg}{A}}$

ב. (1) הבוכנה תישאר במקומה.
 (2) הבוכנה תעלה (שינוי נפח בלחץ קבוע).
 (3) הבוכנה תרד (שינוי נפח בלחץ קבוע).

ג. בשלב הראשון: תהליך שווה טמפרטורה, חילופי חום עם הסביבה מאפשרים לשמור על טמפרטורה קבועה של הגז.
 בשלב השני: אין חילופי חום עם הסביבה, לכן טמפרטורת הגז משתנה (יורדת).

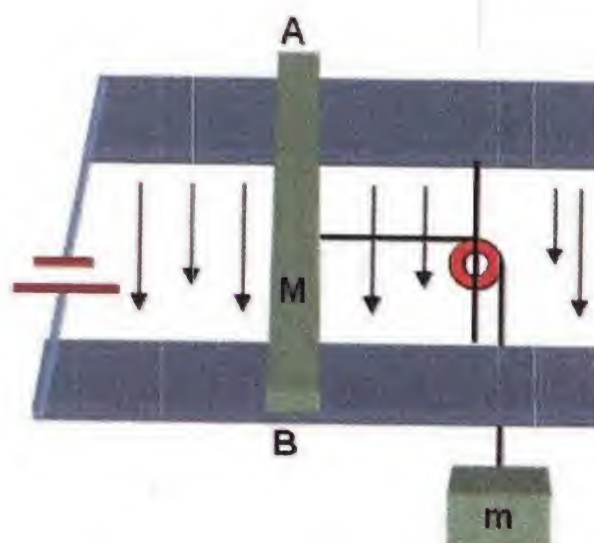
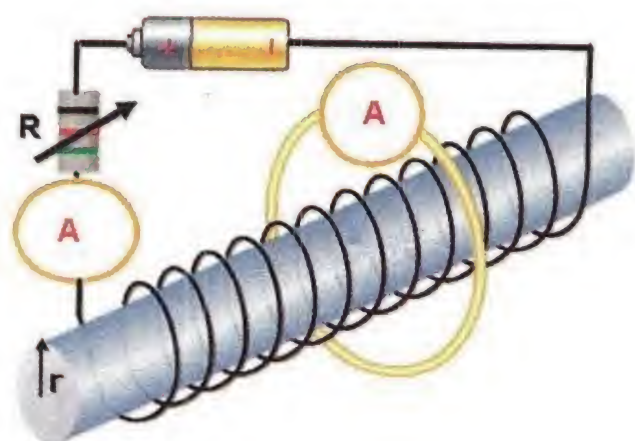
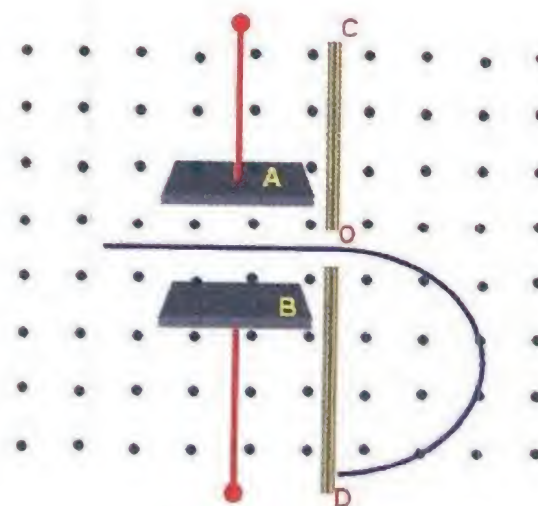
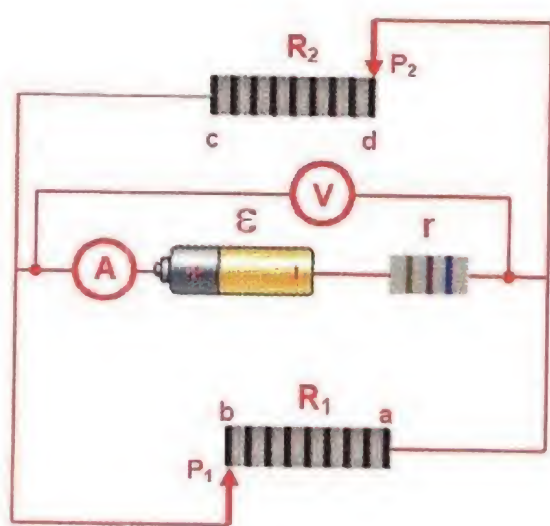
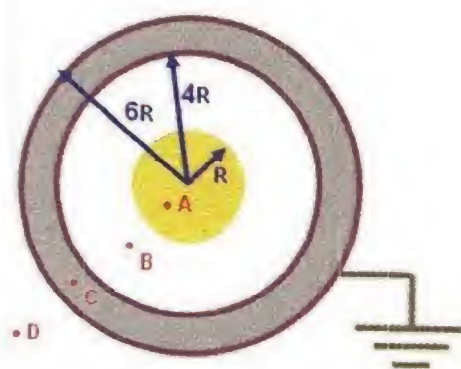
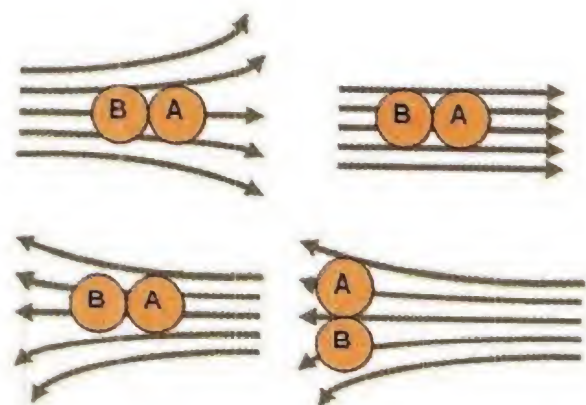
15. א.

F_{II} משקל המשקולות	0	20	40	60	80
$V \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ נפח הגז	3.57	2.46	1.88	1.52	1.28
$P \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ לחץ המשקולות	0	4.65	9.3	13.95	18.6
$1/V \cdot (10^4 \text{ m}^{-3})$	2.8	4.065	5.32	6.58	7.81

ג. $P' = P_a + F/A$

ה. $8.96 \cdot 10^{20}$, $P_a = 1.04 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

מתכונות אלקטרומגנטיות



Handwritten text along the left margin, possibly a list or index.

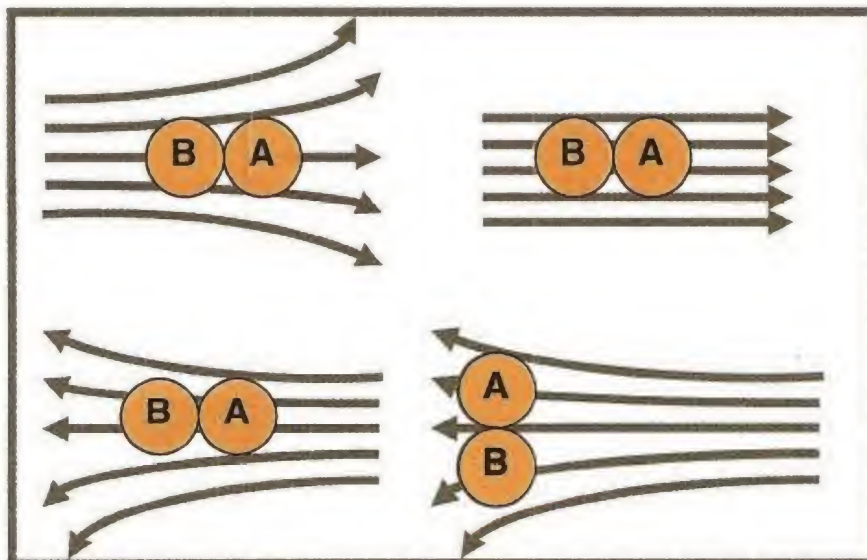
Handwritten text in the center of the page, possibly a title or main heading.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or date.

מבחן מספר 1

בתרשימים הבאים מתוארים קווי שדה של שדות חשמליים שונים. אל תוך כל אחד מהשדות מוכנסים שני כדורים מוליכים לא טעונים הצמודים זה לזה.

1



א. העתק את התרשים וסמן עליו את התפלגות המטענים על כל אחד מהגופים. (8 נק')

ב. קבע עבור כל מקרה, האם הכדורים יישארו במקומם או ינועו. במקרה של תנועת קבע- לאיזה כיוון ינוע כל אחד מהכדורים? (8 נק')

ג. מקרבים מוט הטעון במטען שלילי אל בלון, התלוי לתקרה באמצעות חוט מבודד.

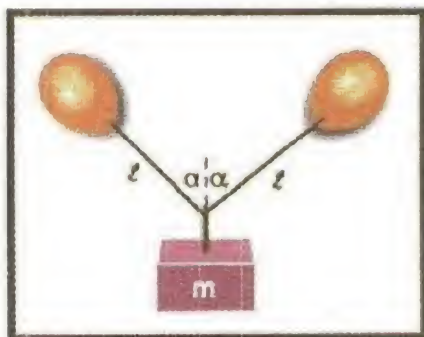
1. אם הבלון נימשך אל המוט- האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען חיובי? נמק. (6 נק')



2. אם הבלון נדחה על ידי המוט- האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען שלילי? נמק. (3 נק')



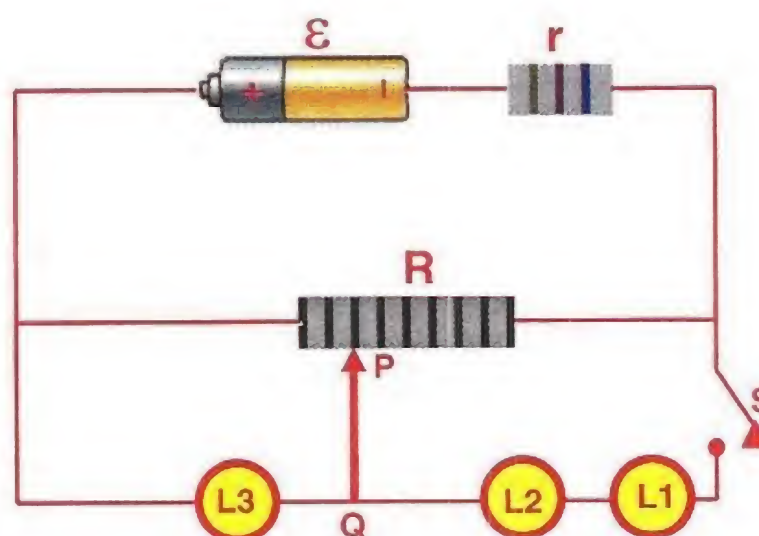
ד. שני בלונים הטעונים במטען $+q$ כל אחד, קשורים למסה m באמצעות שני חוטים, שאורך כל אחד מהם ℓ . החוטים יוצרים כל אחד זווית α ביחס לאנך. (על הבלונים פועל כלפי מעלה כוח עילוי) נתונים: m, g, ℓ, α, K .



בטא את גודל המטען q במצב בו המערכת נמצאת בשיווי משקל. (8½ נק')

2

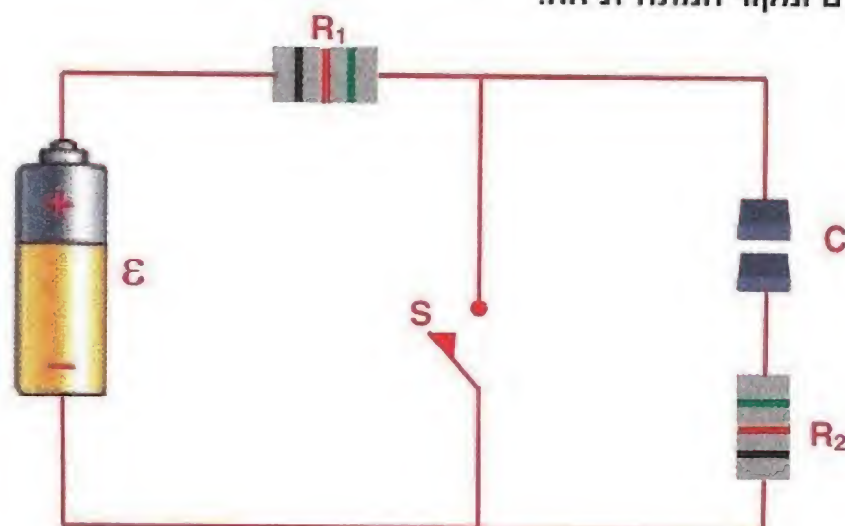
המעגל שלפניך מתאר מעגל חשמלי, הכולל סוללה שהכא"מ שלה 9V והתנגדותה הפנימית 1Ω , נגד משתנה R שהתנגדותו הכוללת 30Ω , שלוש נורות, שעל כל אחת מהן רשום הסימון $6V, 0.9W$ ומפסק S. המגע הנייד ק של הנגד המשתנה מחלק את התנגדות הנגד המשתנה לשתי התנגדויות ביחס של 1 ל-2.



כאשר המפסק S סגור:

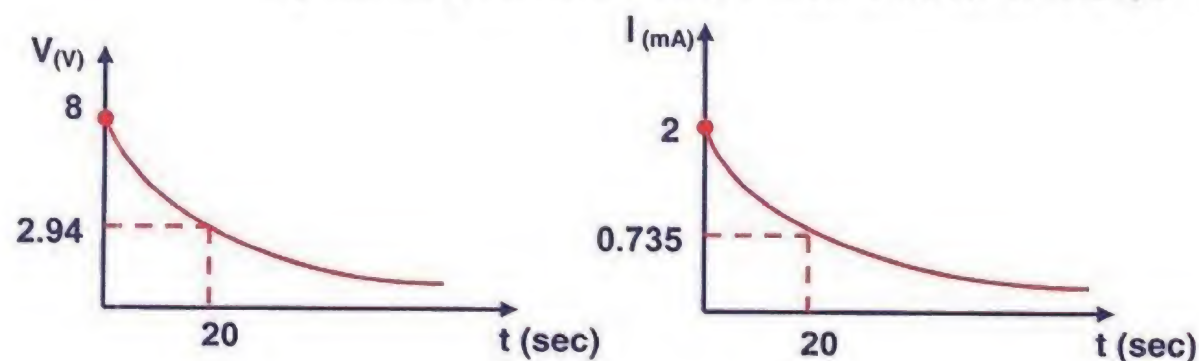
- חשב את הזרם העובר דרך מקור. (8 נק')
- חשב את המתח על כל אחת מהנורות, וקבע האם היא מאירה באורה המלא במצב המתואר בתרשים? (6 נק')
- מה תהיה ההשפעה של פתיחת המפסק S על עוצמת האור שתיפלט מנורה L_3 ? הסבר. (4 נק')
- הנורה L_3 נשרפה כאשר המפסק S סגור. מה תהיה ההשפעה על עוצמת האור שתפלט מהנורות L_1 ו- L_2 ? הסבר במילים. (4 נק')
- חשב את המתח על הנורות:
 - כאשר המפסק S פתוח (L_3 דולקת). (4 נק')
 - כאשר L_3 נשרפה (המפסק סגור). (4 נק')
- חשב את המתח בין קצוות המגע הנייד (V_{PQ}), כאשר המפסק S סגור. (3 1/3 נק')

בתרשים מתואר מעגל חשמלי, המאפשר טעינה ופריקה של קבל. התנגדות מד-הזרם ומקור המתח זניחה.



- א. (1) הוסף לתרשים את מד-הזרם כך, שיוכל להורות את הזרם העובר דרכו גם בטעינה וגם בפריקה. (3 נק')
 (2) באיזה מצב של המפסק (פתוח או סגור) מתבצע תהליך הפריקה של הקבל? נמק. (3 נק')

- ב. גרף 1 מתאר את המתח על הקבל בעת הפריקה כפונקציה של זמן.
 גרף 2 מתאר את הזרם העובר דרך מד-הזרם בתהליך של הפריקה.



1. מצא את הכא"מ של הסוללה. (3 נק')
 2. מצא את התנגדות הנגד R_2 . (3 נק')
 3. מצא את קבוע הזמן של הפריקה. (3 נק')
 4. מצא את קיבול הקבל. (3 נק')

- ג. האם כמות המטען שעברה דרך הנגדים בתהליך הטעינה שווה לזו שעברה בתהליך הפריקה של הקבל? חשב אותה. (3 נק')

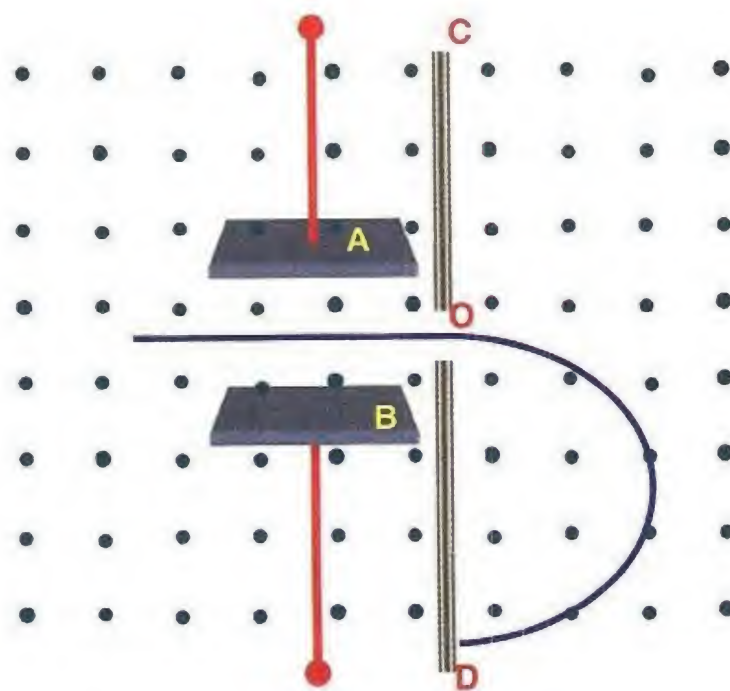
- ד. חשב את התנגדות הנגד R_1 , אם ידוע שקבוע זמן הטעינה גדול פי 3 מקבוע זמן הפריקה. (5 נק')

- ה. חשב את אנרגיות החום שהתפתחה בנגדים במהלך כל תהליך הטעינה. (4 נק')

- ו. האם אנרגיית החום שהתפתחה בנגדים במהלך תהליך הפריקה גדולה, קטנה או שווה לזו, שהתפתחה בנגדים במהלך תהליך הטעינה? נמק במילים בלבד. (3½ נק')

4

בשדה מגנטי אחיד, שעוצמתו B וכיוונו "יוצא מהדף", נימצא קבל טעון. בין לוחות הקבל A ו- B , הניצבים למישור הדף, שורר שדה חשמלי אחיד שעוצמתו E . אלומת חלקיקים נכנסת אל בין לוחות הקבל בניצב לשדות E ו- B . החלקיקים נעים בין הלוחות במסלול ישר. חלקם עוברים דרך חריר O שבחיץ CD , ולאחר מכן פוגעים בחיץ בנקודה D (ראה תרשים). מטענו של כל חלקיק הוא q ומסתו m . כוחות הגרביטציה הפועלים על החלקיקים ניתנים להזנחה.



א. האם מטען החלקיקים הוא חיובי או שלילי? נמק. (5 נק')

ב. מהו כיוון השדה החשמלי? נמק. (4 נק')

$$t = \frac{\pi \cdot m}{B \cdot q}$$

ג. 1. הראה שזמן התנועה מ- O ל- D נתון בביטוי: (8 נק')

2. הסבר מדוע זמן התנועה מ- O ל- D אינו תלוי במהירות החלקיק. (4 נק')

ד. האם לאחר המעבר של חלקיק דרך החריר O משתנה:

1. תאוצת החלקיק? נמק. (3 נק')

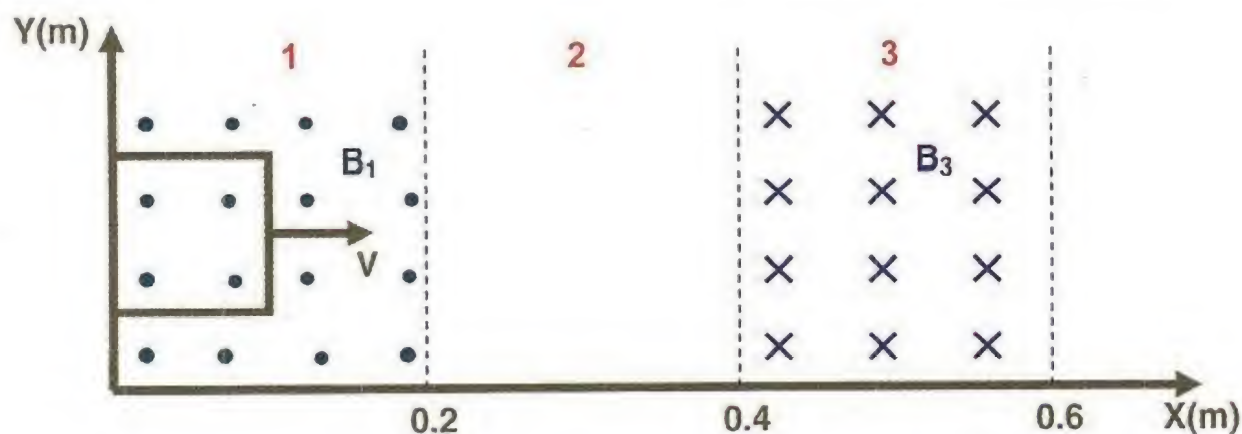
2. האנרגיה הקינטית של החלקיק? נמק. (3 נק')

3. מהירות החלקיק? נמק. (3 נק')

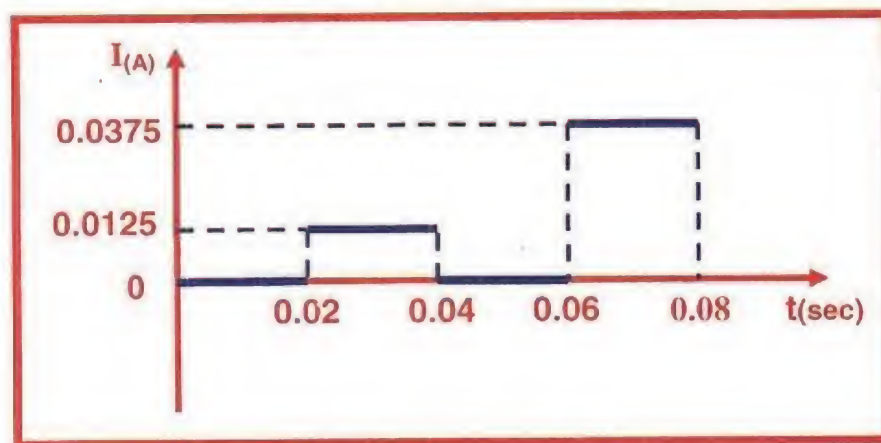
4. התנע של החלקיק? נמק. (3½ נק')

5

מסגרת ריבועית בעלת צלע $a=0.1\text{m}$ עשויה מתיל מוליך בעל התנגדות $\lambda=20\Omega/\text{m}$ ונמצאת באזור 1. באזור זה שורר שדה מגנטי אחיד B_1 , שכיוונו החוצה מהדף, ורוחבו 0.2m . באזור 2 בתחום $0.2\text{m} < X < 0.4\text{m}$ לא שורר שדה מגנטי, ולבסוף באזור 3 בתחום $X > 0.4\text{m}$ שורר שדה מגנטי B_3 שכיוונו פנימה. ברגע $t=0$ הצלע השמאלית של המסגרת מתלכדת עם ציר ה-Y ומסיעים אותה בכיוון ציר ה-X במהירות קבועה $V=5\text{m/sec}$. (ראה תרשים א')



הגרף הבא מתאר את הזרם המושרה במסגרת כפונקציה של הזמן.



א. חשב בעזרת הגרף את הכא"מ בפרק זמן $0.02 < t < 0.04$ ו- $0.06 < t < 0.08$. (8 נק')

ב. מצא את עוצמת השדה המגנטי באזורים 1 ו-3. (8 נק')

ג. שרטט גרף של הכוח שיש להפעיל על המסגרת כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד $t=0.08\text{sec}$. (8 נק')

ד. הסבר מדוע הכוח שיש להפעיל על המסגרת תמיד חיובי. (4 נק')

ה. חשב את כמות החום שהתפתחה במסגרת מרגע $t=0$ עד $t=0.08\text{sec}$. (5 1/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 1

1

א+ב

ג. (1) לא
ד. (2) כן

$$= l \cdot \sin \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \tan \alpha \cdot m \cdot g}{k}}$$

שמאלה

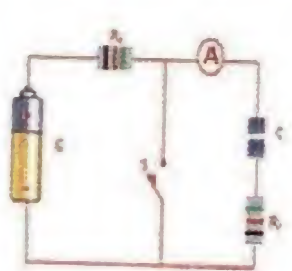
מנוחה

ימינה

ימינה

3

א. (1) סגור
ב. (2) 8V
ג. (3) 4kΩ
ד. (4) 20s
ה. (5) 5mF
ו. (6) 0.04C שווה
ז. (7) 8kΩ
ח. (8) 0.16j
ט. (9) שווה



2

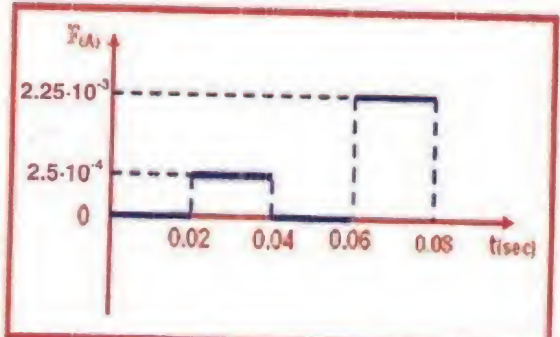
א. $I = 0.36(A)$
ב. $U_2 = U_1 = 2.88(V)$
ג. אור לא מכסימלי.
ד. עוצמת אור קטנה.
ה. $U_3 = 2.48(V)$;
ו. $U = 2.66(V)$
ז. 0

4

א. חיובי.
ב. מ-B ל-A
ג. (1) כן, תנועה מעגלית.
ד. (2) לא, כוחות חיצוניים לא מבצעים עבודה.
ה. (3) כן בכיוונה, לא בגודלה (הכוח בניצב למהירות).
ו. (4) לא, גודל המהירות לא משתנה

5

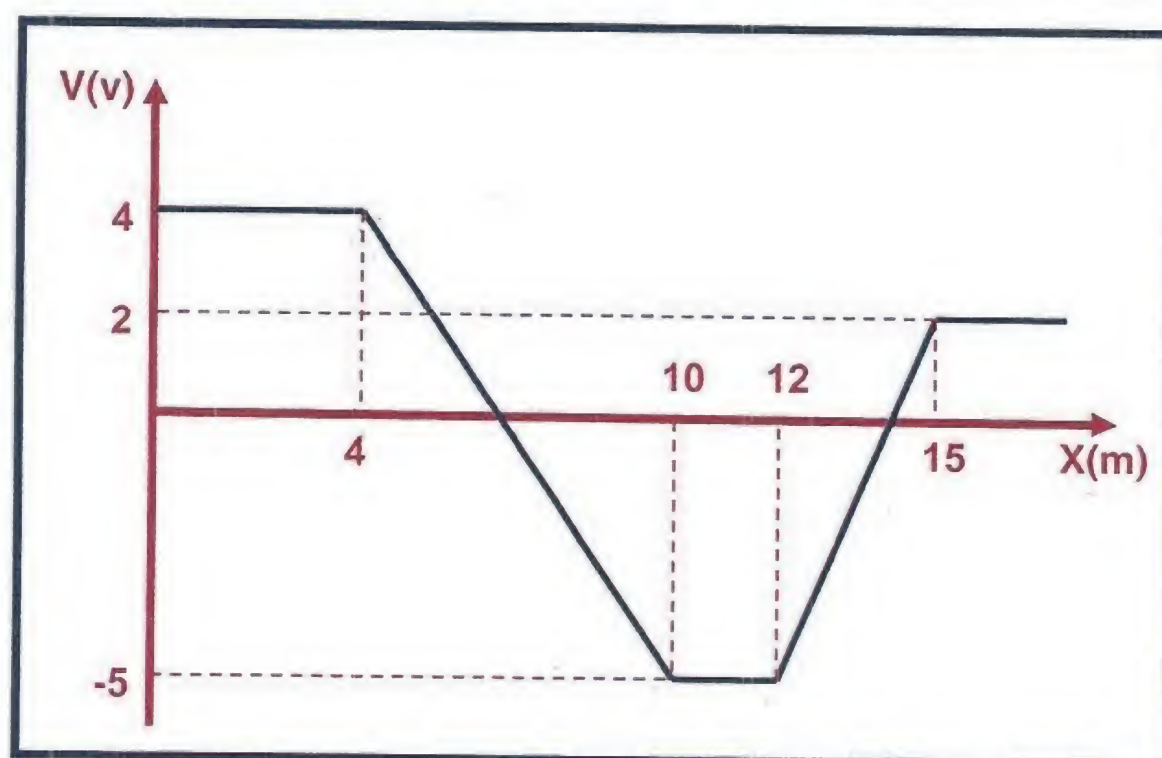
א. $\epsilon_{0.06-0.08} = 0.3V$, $\epsilon_{0.02-0.04} = 0.1V$
ב. $B_{0.06-0.08} = 0.6 T$, $B_{0.02-0.04} = 0.2 T$
ג. ←
ד. כוח מושרה פועל שמאלה, וכדי לשמור על תנועה קצובה צריך להפעיל את הכוח החיצוני ימינה.
ה. $P = 0.0125W$



מבחן מספר 2

הגרף מתאר את השתנות הפוטנציאל החשמלי כפונקציה של המרחק X .

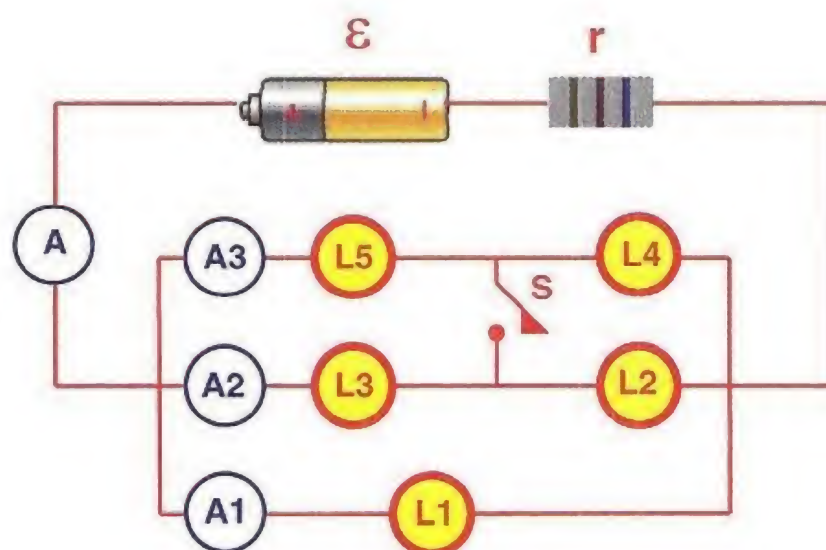
1



- א. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הגרף? (5 נק')
- ב. שרטט גרף של השדה החשמלי כפונקציה של X . (8 נק')
- ג. מהי המהירות ההתחלתית המינימלית, שיש להעניק לאלקטרון בנקודה $X=0$ על מנת שיגיע עד לנקודה $X=15\text{m}$? (8 נק')
- ד. האם תשובתך לסעיף ג' תשתנה, אם האלקטרון יקבל את המהירות בנקודה $X=4\text{m}$? נמק. (5 נק')
- ה. חשב באילו מרחקים מתאפס הפוטנציאל החשמלי. (7½ נק')

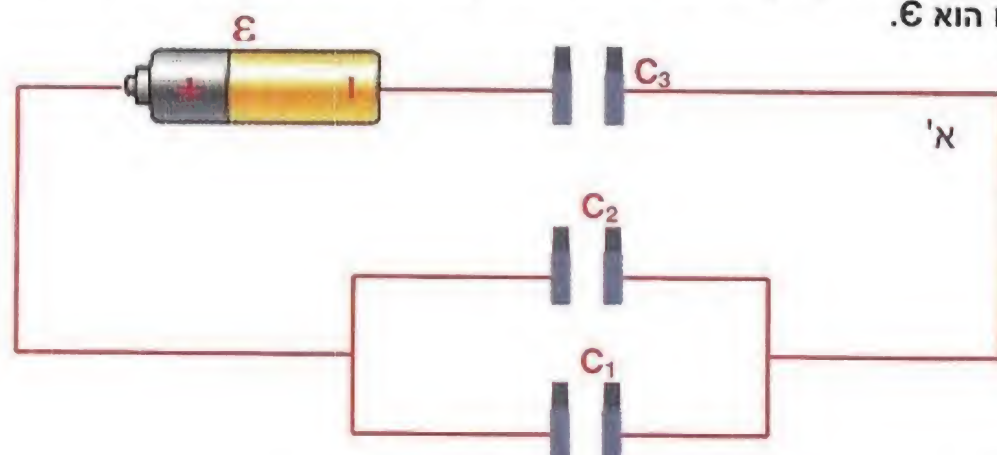
2

בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי שהכא"מ שלו $\mathcal{E}=10(V)$, מפסק, מד-זרם, תיילים וחמש נורות זהות.
 על כל אחת מהנורות רשום $6V, 12W$. הנח, כי ההתגדות של כל נורה היא קבועה (אינה תלויה בטמפרטורה), וכי ההתנגדויות של מדי-הזרם ושל התיילים ניתנות להזנחה.



- חשב את הזרם שעליו מורה כל אחד ממדי הזרם, אם ידוע שנורה 1 פועלת בהתאם לערך הרשום עליה. (10 נק')
- חשב את מתח ההדקים של הסוללה. (6 נק')
- מהי ההתנגדות הפנימית של מקור המתח. (5 נק')
- מהו הזרם שיראה כל אחד ממדי-הזרם אם נורה 2 "תישרף"? (7 נק')
- האם עוצמת האור הנפלטת מנורה 1 תשתנה בעקבות סגירת המפסק (כאשר כל הנורות דולקות)? נמק. (5 1/3 נק')

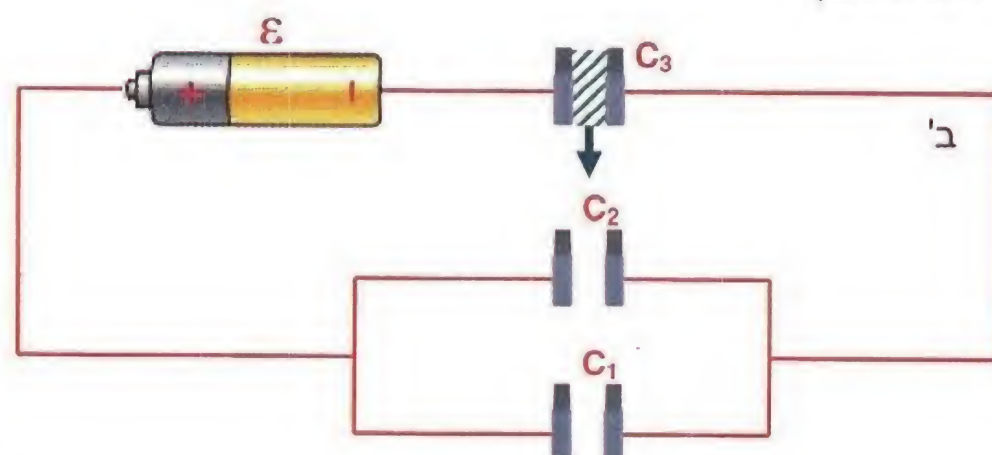
במעגל שמתואר בתרשים א', הקיבול של כל אחד מהקבלים הוא: $C_1 = C_2 = C_3 = C$ הכא"מ של מקור המתח הוא \mathcal{E} . נתונים: C ו- \mathcal{E} .



א. חשב את:

1. המתח על כל אחד משלושת הקבלים. (6 נק')
2. המיטען על כל אחד משלושת הקבלים. (6 נק')

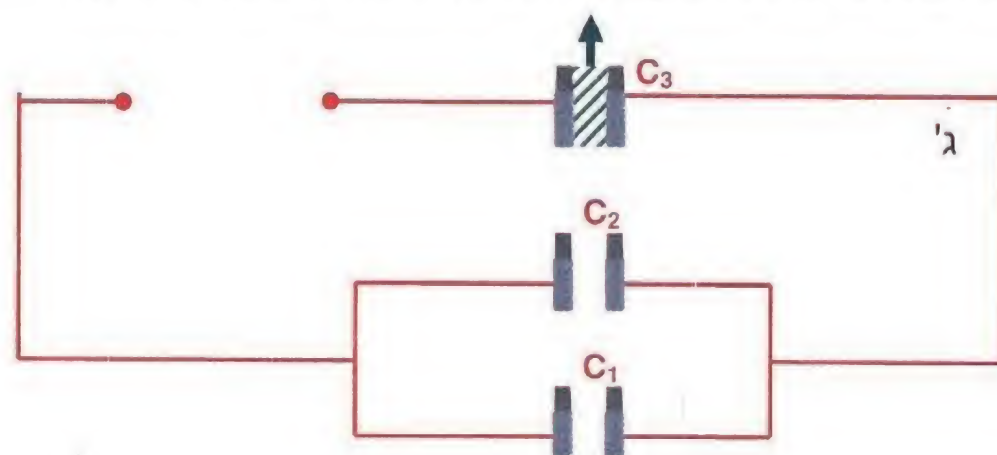
ב. מכניסים חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי ϵ_r בין הלוחות של C_3 . (ראה תרשים ב')



חשב את:

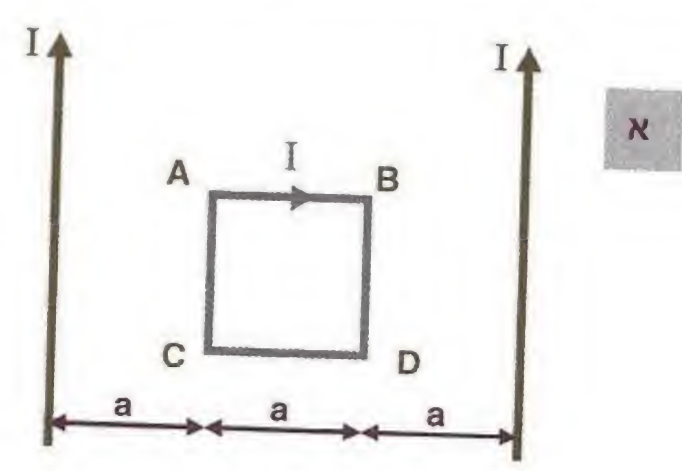
1. המיטען על כל אחד משלושת הקבלים. (7 נק')
2. העבודה הדרושה על מנת להכניס את החומר המבודד לתוך הקבל. (7 נק')

ג. לאחר הכנסת החומר המבודד בין לוחות הקבל C_3 , מנתקים את מקור המתח ואחר-כך מוצאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_3 . האם הוצאת המבודד גורמת לשינוי במתח על כל אחד מהקבלים? הסבר. (ראה תרשים ג') (7 1/3 נק')

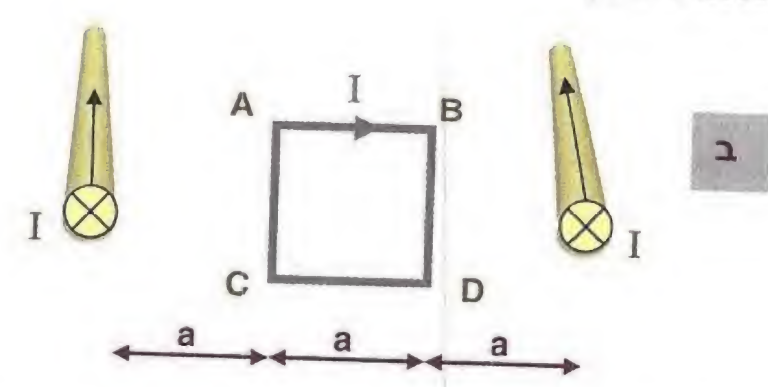


4

מסגרת ריבועית ABCD מוליכה, שאורך צלעה a , נושאת זרם I שכיוונו עם כיוון השעון. במישור המסגרת, ברוחק a משני צדדיה נימצאים שני תיילים מוליכים ישרים, ארוכים מאד ומקבילים זה לזה הנושאים זרם I כל אחד. (ראה תרשים א')

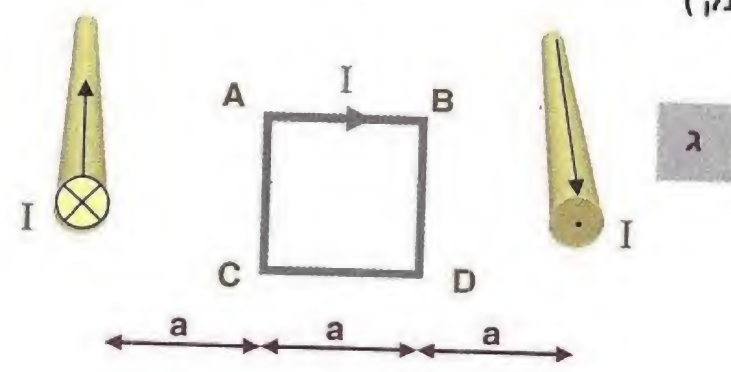


- א. 1. חשב את הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת על-ידי שני התיילים. (11 נק')
2. מצא את כיוון הכוח המגנטי השקול הפועל על כל אחת מצלעות הריבוע ואת כיוונו של הכוח השקול הפועל על המסגרת כולה. (6 נק')
- ב. מציבים את התיילים כך, שהמסגרת נמצאת בין התיילים במישור המאונך להם. (ראה תרשים ב')

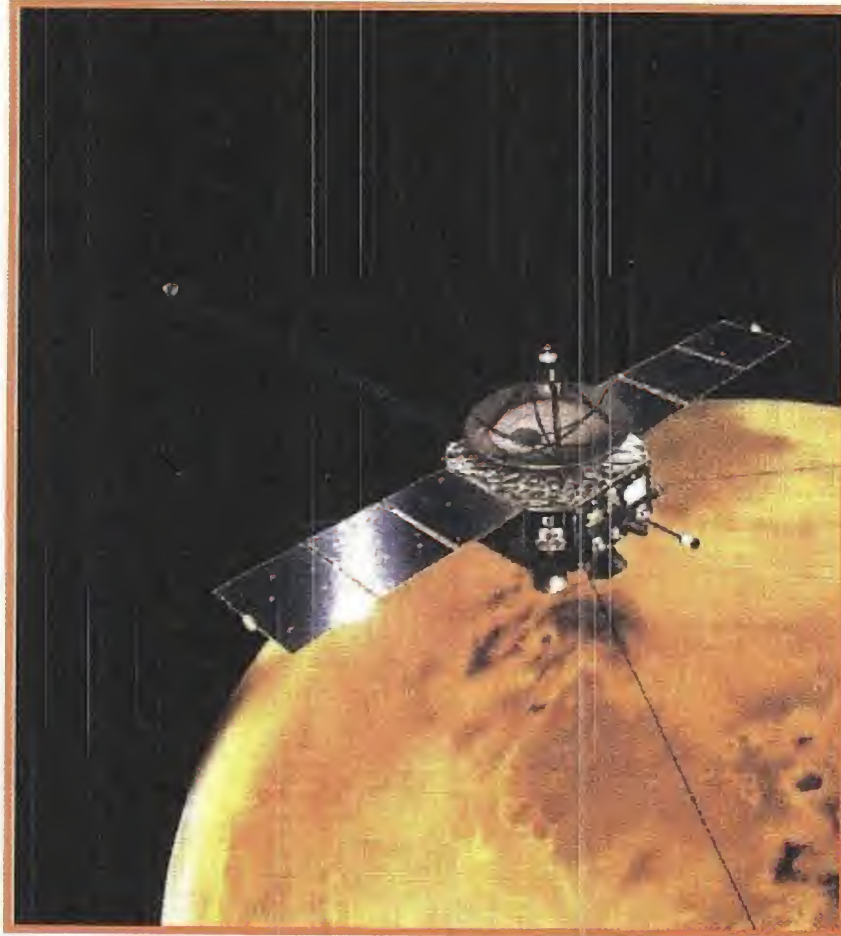


מהו גודלו וכיוונו של הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת על-ידי שני התיילים? הסבר. (8 נק')

- ג. הופכים את כיוון הזרם בתיל הימני בתנאי סעיף ב'. (ראה תרשים ג') מצא את כיוון הכוח המגנטי השקול הפועל על כל אחת מצלעות המסגרת. (8 1/3 נק')



לווין מקיף כוכב לכת מסויים סמוך מאוד לפניו. רדיוס הכוכב R וצפיפותו אחידה ושווה ל- ρ . משך ההקפה של הלווין הוא T. נתונים: T, ρ , R.



א. הוכח ש: $\rho T^2 = \frac{3\pi}{G}$ (9 נק')

ב. הוכח שתאוצת הכובד בעומק של $\frac{3}{4}R$ מתחת לפני הכוכב שווה ל-

ג. הוכח שבגובה R מעל לפני הכוכב יימדד אותו ערך של g שמצאת בסעיף ב'. (8 נק')

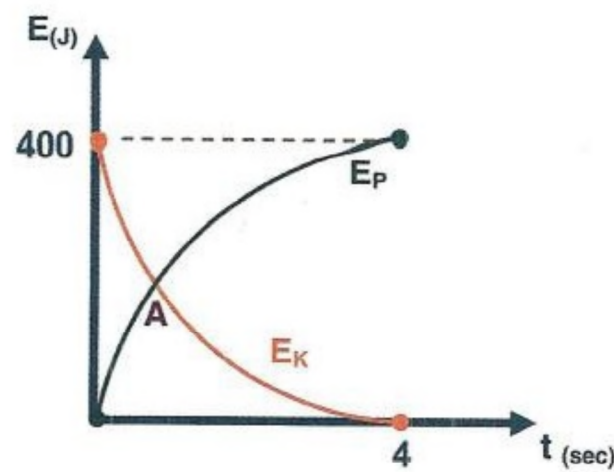
ד. משלחים טיל מפניו של הכוכב והוא מגיע לגובה של R מעל פני כוכב. הוכח שמהירות השילוח הייתה:

(8 1/3 נק')

מבחן מספר 18

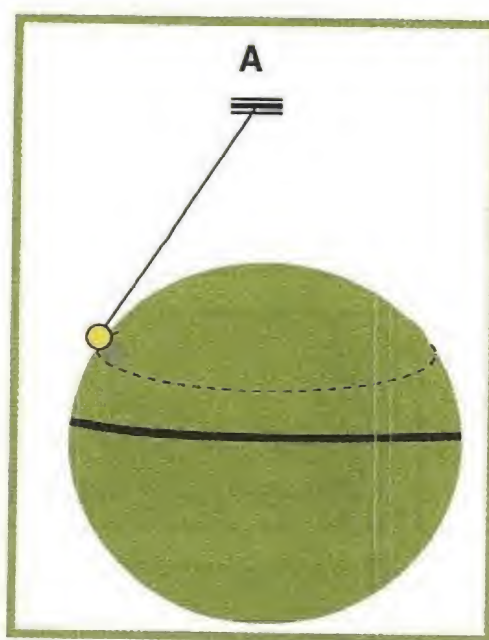
גוף שמסתו $m=0.5(\text{kg})$ נזרק אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_0 . הגרפים שלפניך מתארים את האנרגיה הפוטנציאלית שלו ואת האנרגיה הקינטית שלו כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה עד הגיעו לשיא הגובה.

1



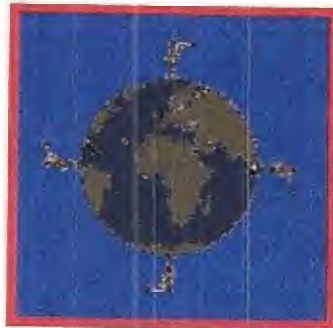
- א) חשב את המהירות ההתחלתית V_0 ואת הגובה המקסימלי ביחס לקרקע אליו הגיע הגוף. (8 נק')
- ב) מה מייצגת הנקודה A (הנקודה בה הגרפים נחתכים)? מצא את מהירות הגוף בנקודה זו, ובאיזה גובה ביחס לקרקע הוא נמצא? (8 נק')
- ג) חשב את גובה הגוף, כאשר האנרגיה הקינטית שלו קטנה ב-5% מערכה ההתחלתית. (6 נק')
- ד) חשב את ההספק הממוצע המפותח בזמן התנועה מעלה. (6 נק')
- ה) העתק את הגרפים הנתונים בתרשים לשאלה והמשך אותם עד לרגע פגיעת הגוף בקרקע. (5 1/3 נק')

גוף קטן שמסתו $m=1\text{ kg}$ קשור לקצה חוט שאורכו 1 m . קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה A, הנמצאת מעל לקצה הקוטר האנכי של כדור חלק שרדיוסו $R=2\text{ m}$. הגוף נע על פני הכדור במסלול מעגלי אופקי שרדיוסו $r=80\text{ (cm)}$ במהירות של $V=3\text{ m/s}$ (ראה תרשים)



- (א) ציין את כל הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו (מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו). (4 נק')
- (ב) חשב את המתיחות בחוט T ואת הכוח בו מעיק הגוף על הכדור N. (12 נק')
- (ג) מהי המהירות המינימלית בה יש לסובב את הגוף בכדי שיינתק מהכדור? (6 נק')
- (ד) מה תהיה המתיחות בחוט ברגע הניתוק? (4 נק')
- (ה) אם ידוע שהחוזק המקסימלי של החוט הוא $T=20\text{ (N)}$:
 1) מה הזווית בה נפרש החוט במקרה זה? ($3\frac{1}{3}$ נק')
 2) באיזו מהירות ייקרע החוט? (4 נק')

אדם שמסתו $m=70\text{kg}$ עומד על משטח המשיק לפני כדור הארץ בנקודה הנמצאת על קו המשווה שלו.
נתונים: G, R_E, M_E, m



א. מה צריך להיות זמן המחזור של סיבוב כדור הארץ סביב צירו כדי שהכוח בו יעיק האדם על המשטח יהיה אפס? (6 נק')

ב. באיזה כוח יעיק האדם על המשטח אם המשטח יהיה מונח על אחד הקטבים? (5 נק')



ג. לוויין שמסתו m (telstar) חג סביב כדור הארץ במסלול מעגלי, כך שבכל רגע הוא נמצא מעל אותה נקודה שעל פני כדור הארץ.

(1) באיזה מישור נע הלוויין? נמק. (4 נק')

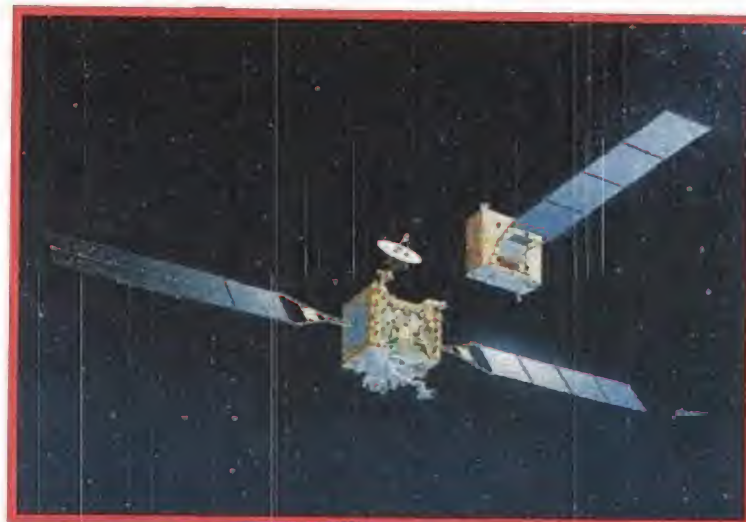
(2) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ חג הלוויין? (5 נק')

(3) מהי המהירות המשיקית של הלוויין? (4 נק')

ד. משלחים מפני כדור הארץ לוויין שני בעל אותה המסה לתוך אותו המסלול המעגלי סביב הארץ אבל במגמה הפוכה למגמת הלוויין הראשון. ברגע מסוים מתנגשים שני הלוויינים.

(1) אם ההתנגשות היא פלסטית-כמה אנרגיה אבדה בהתנגשות? (5 נק')

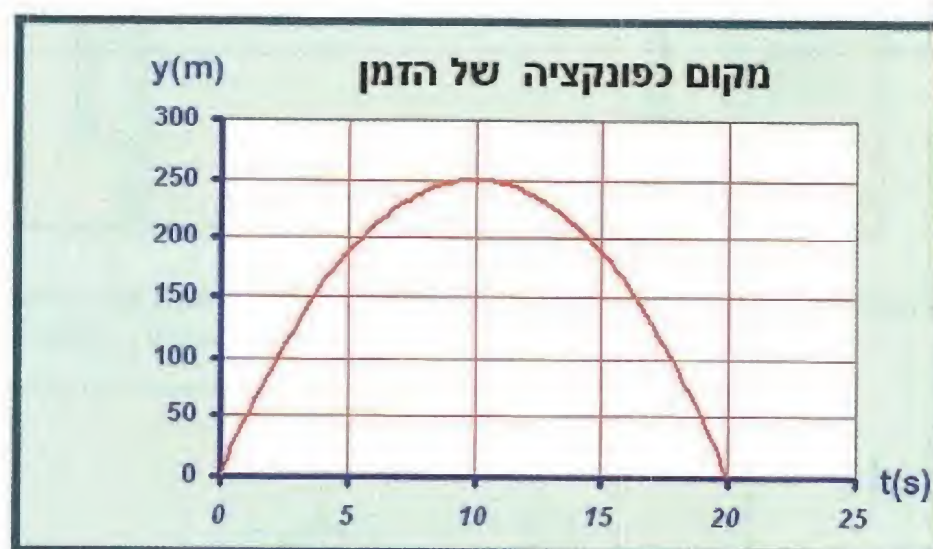
(2) אם ניתן היה לקבל התנגשות אלסטית- מה היה הזמן בין כל שתי התנגשויות סמוכות? (4 1/3 נק')



מבחן מספר 19

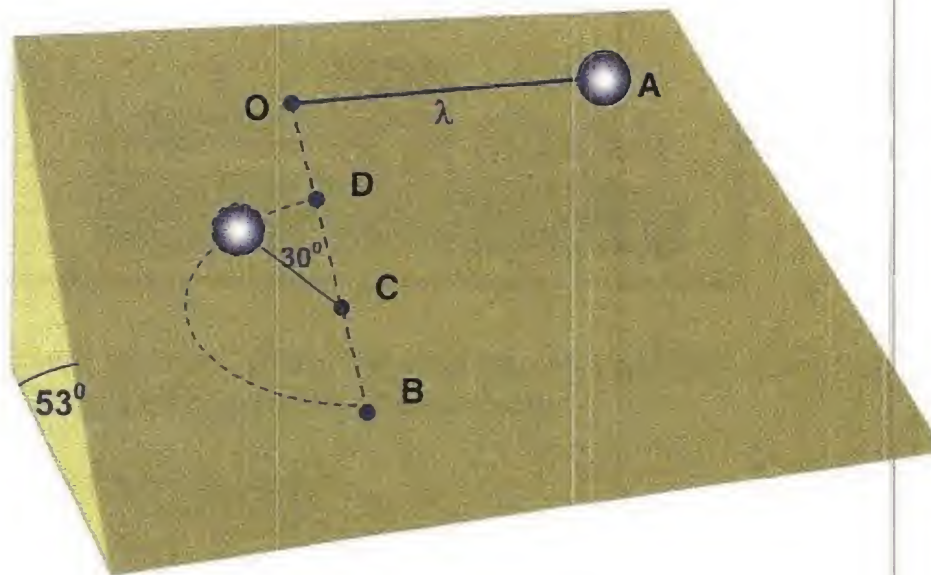
1

בניסוי שנערך על פני כוכב לכת דמיוני נזרק גוף אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית שגודלה V_0 . התרשים שלפניך מתאר את מקומו של הגוף כפונקציה של הזמן. ציר מקום y מוגדר כך שכיוונו החיובי כלפי מעלה וראשיתו בנקודה (על הקרקע) שממנה נזרק הגוף. $t=0$ מוגדר כרגע זריקת הגוף.



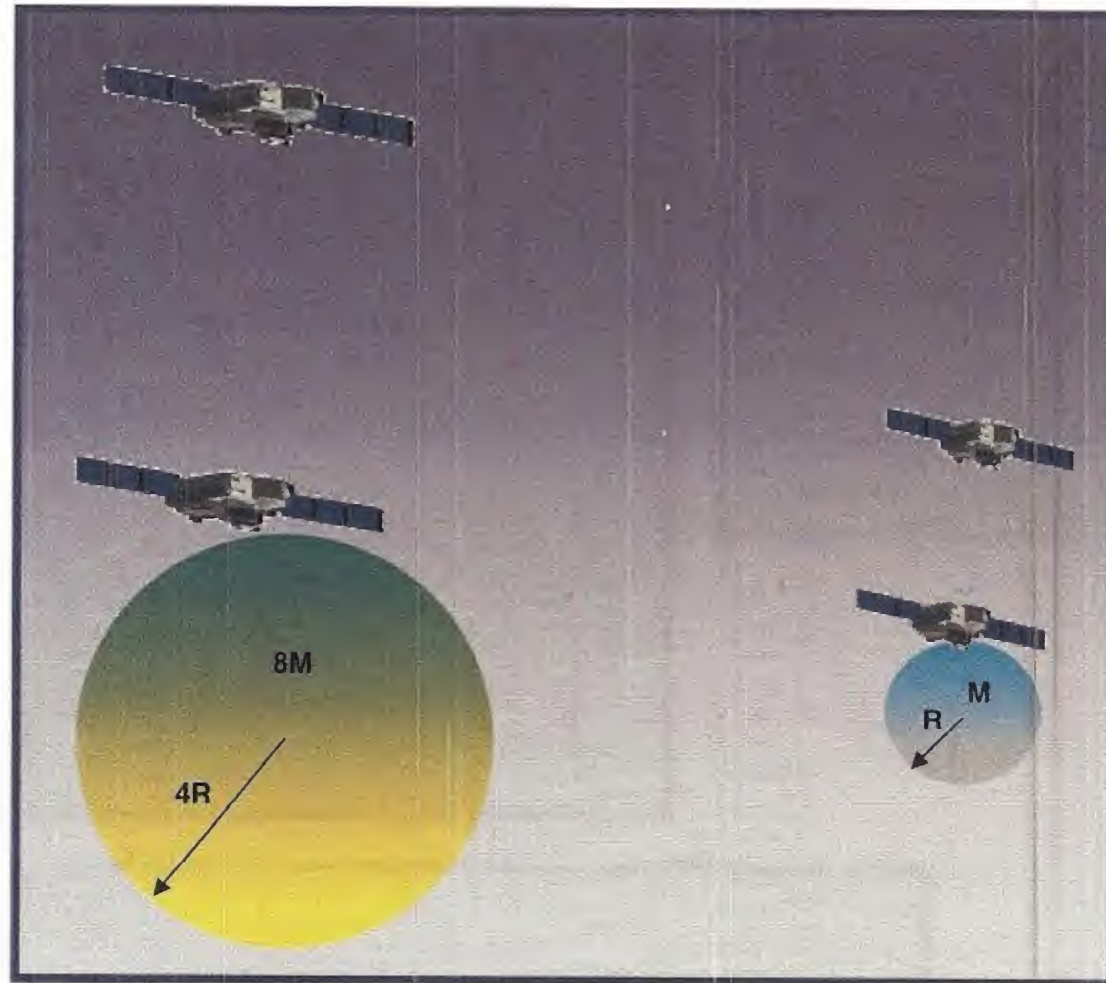
- א. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות הגוף? (4 נק')
- ב. מצא את תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת. (7 נק')
- ג. מה הייתה מהירותו ההתחלתית של הגוף? (7 נק')
- ד. האם מהירות הגוף ברגע $t=5(s)$ שווה למהירותו ברגע $t=15(s)$? נמק. (4 נק')
- ה. זורקים את הגוף הזה על פני כדור הארץ באותה מהירות.
 1. האם הגובה המרבי אליו מגיע הגוף שעל פני כדור הארץ גדול מזה שעל פני כוכב הלכת, קטן ממנו, או שווה לו? נמק. (5 נק')
 2. סרטט גרף מקורב של מקום הגוף על פני כדור הארץ כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה ועד פגיעת הגוף בקרקע (ציין ערך הגובה המרבי וזמן התנועה הכולל). (6 1/3 נק')

גוף קטן שמסתו $m=1\text{ kg}$ קשור לקצה חוט שאורכו $\lambda = 1.5\text{ m}$. קצהו השני של החוט קבוע לנקודה O שעל משטח משופע חלק, שזווית השיפוע שלו היא 60° . בדרכו המעגלית נתפס החוט בוו הנימצא 1m מתחת לנקודת התליה (נק' C). בכל מהלך תנועתו הגוף נמצא במגע עם המשטח.



- א. חשב את המהירות רגע לפני שהחוט ניתקל בוו. (7 נק')
- ב. חשב את המתיחות בחוט רגע אחרי שהחוט ניתקל בוו. (7 נק')
- ג. הוכח שהגוף יבצע סיבוב מלא אחרי שהחוט ייתקל בוו. (7 נק')
- ד. מה הגודל של מהירות הכדור כאשר החוט יוצר זווית של 30° עם DC? (7 נק')
- ה. חשב את המתיחות בחוט בנק' D. (5 1/3 נק')

רדיוסו של כוכב 1 הוא R ומסתו M . רדיוסו של כוכב 2 הוא $4R$ ומסתו $8M$.
נתונים: R, M, G .



- א. מהו היחס (ρ_1/ρ_2) בין צפיפויות שני הכוכבים? (7 נק')
 - ב. מהו היחס בין תאוצות הכובד (g_1/g_2) על פני שני הכוכבים? (7 נק')
 - ג. קרוב לפניו של כל אחד מהכוכבים סובב לוויין במסלול מעגלי. מהו היחס (V_1/V_2) בין מהירויות שני הלוויינים? (7 נק')
 - ד. בגובה R מעל פני הכוכב הראשון סובב לוויין שמסתו m , ובגובה $4R$ מעל פני הכוכב השני סובב לוויין נוסף שמסתו m .
- 1) מהו היחס בין זמני המחזור (T_1/T_2) של שני הלוויינים? (7 נק')
 - 2) האם ניתן לענות על 1 לפי החוק השלישי של קפלר? נמק! (5 1/3 נק')

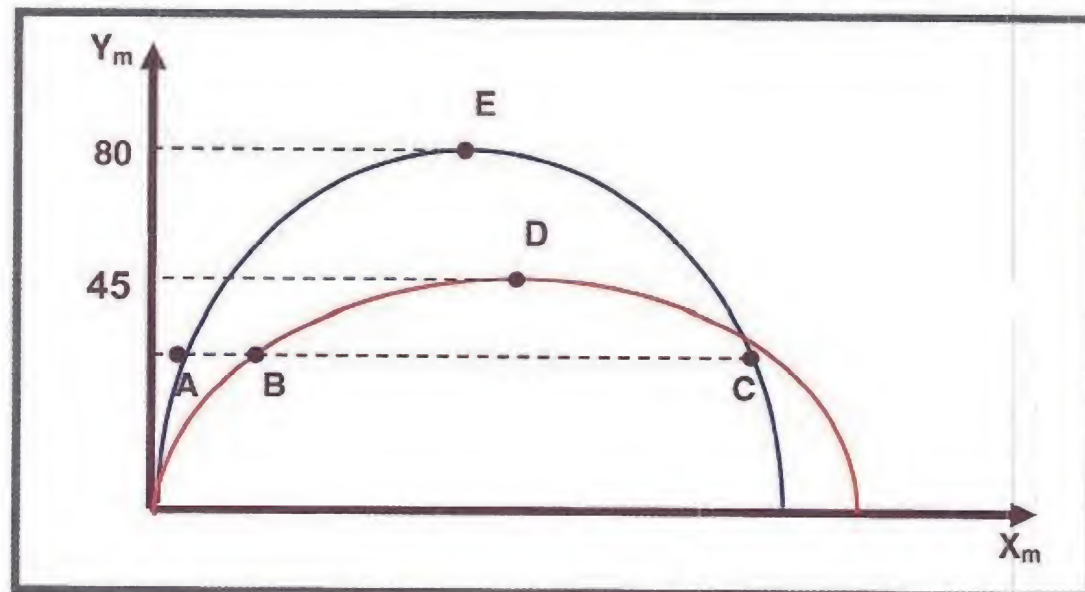
מבחן מספר 20

1 מטוס הנע במהירות של $V_0=250(\text{m/s})$ בכיוון היוצר זווית של $\alpha=37^\circ$ מעל האופק, משחרר פצצה בהיותו בנק' A הנמצאת בגובה של 320 מעל נק' P שעל הקרקע. הפצצה פוגעת בקרקע בנק' Q. (ראה תרשים) הזנח את התנגדות האוויר לתנועת הפצצה.



- א. סרטט במחברתך תרשים מקורב של מסלול תנועת הפצצה. סמן בתרשים את הנקודה A ואת הנקודות P ו-Q. (6 נק')
- ב. כעבור כמה זמן תפגע הפצצה בקרקע ? (10 נק')
- ג. מהי מהירות הפצצה ברגע פגיעתה בקרקע (גודל וכיוון) ? (10 נק')
- ד. היכן נימצא המטוס יחסית לנקודה Q ברגע שבו פגעה הפצצה בקרקע (באיזה מרחק אופקי ובאיזה גובה) ? הנח שתנועת המטוס לא הושפעה משחרור הפצצה. (7 1/3 נק')

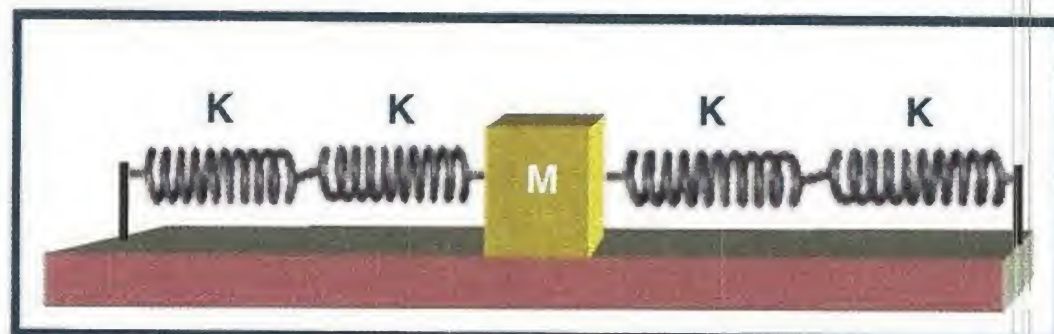
התרשים שלפניך מתאר את מקומם של שני גופים זהים שנזרקו באותה המהירות V_0 . הראשון ניזרק בזווית α והשני בזווית β . מישור הייחוס לחישוב האנרגיה הפוטנציאלית נבחר ב- $y=0$. מישור התנועה מתואר ע"י ציר ה- X וציר ה- y .



נקודות A, B, C נימצאות באותה רמה y , ונקודות E ו- D מציינות את פסגת המסלול של כל אחד מהגופים. ענה על הסעיפים הבאים בהתבסס על חוק שימור האנרגיה:

- א) האם בנקודות A, B, C לשני הגופים:
- (1) אותה אנרגיית גובה? (2 נק')
 - (2) אותה אנרגיה קינטית? (2 נק')
 - (3) אותה אנרגיה כללית? (2 נק')
- ב) האם בנקודות E ו- D לגופים יש:
- (1) רק אנרגיית גובה? (2 נק')
 - (2) רק אנרגיה קינטית? (2 נק')
 - (3) אנרגיה קינטית ואנרגיית גובה? (2 נק')
- ג) חשב את הרכיב האנכי של המהירות ההתחלתית של כל אחד מהגופים. (8 נק')
- ד) חשב כעבור כמה זמן מרגע הזריקה חוזר כל אחד מהגופים לקרקע. (7 נק')
- ה) האם ברגע פגיעתם בקרקע לגופים:
- (1) אותה אנרגיה קינטית? (3 נק')
 - (2) אותה המהירות? ($3\frac{1}{2}$ נק')

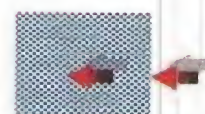
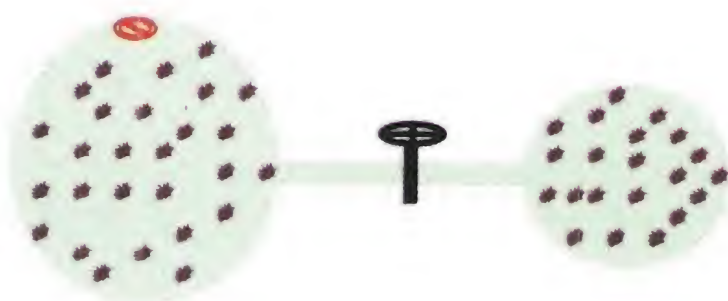
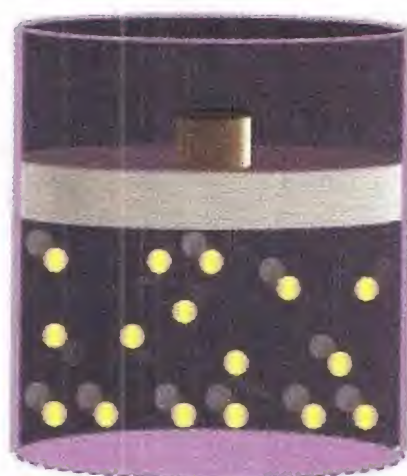
בתרשים מתואר משטח של שולחן אופקי חלק ועליו מונח גוף שמסתו M . הגוף מחובר אל ארבעה קפיצים, כשהקצוות הרחוקים שלהם מחוברים לנקודות קבועות. במצב ההתחלתי הקפיצים רפויים.



מזיזים את הגוף בשיעור A ימינה מהמצב בו הקפיצים רפויים ומשחררים ממנוחה. נתונים: K, M, g, A .

- א. מהו זמן המחזור של התנודות? (8 נק')
- ב. מהי המהירות המכסימלית של הגוף במהלך התנודות? (6 נק')
- ג. מהי התאוצה המכסימלית של הגוף במהלך התנודות? (6 נק')
- ד. תוך כמה זמן מרגע השחרור מגיע הבול בפעם הראשונה למרחק של רבע המשרעת מנקודת שיווי המשקל? מה תהיה אז מהירותו (גודל וכיוון)? (8 נק')
- ה. נניח כי שני הקפיצים השמאליים נותקו במהלך התנודות, כאשר הגוף היה בקצה המשרעת. האם המהירות המקסימלית תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5½ נק')

מודל הגז האידאלי

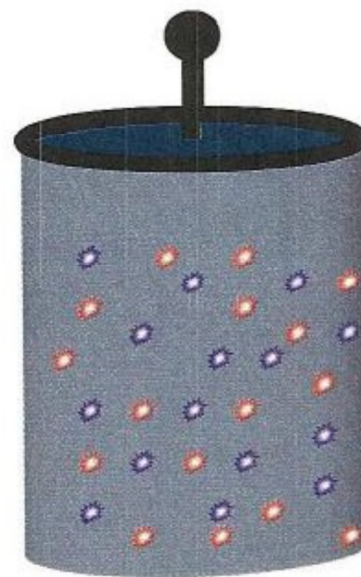


1

א. הגדר מהו לחץ. (5 נק')

ב. ציין שתי תכונות של הלחץ בגז (שאינו במצב זרימה). (6 נק')

ג. בכלי שנפחו 0.5 m^3 יש $5 \cdot 10^{24}$ אטומי ארגון ו- $5 \cdot 10^{24}$ אטומי הליום. טמפ' הגז בכלי היא 17°C . הנח כי הגז הוא אידיאלי.



1) חשב את לחץ הגז בכלי. (10 נק')

2) חשב את האנרגיה הקינטית הממוצעת של אטום הליום בכלי. (5 נק')

ד. כיצד ניתן להגדיל את הלחץ של גז אידיאלי:

1) מבלי לשנות את נפחו? (3 נק')

2) מבלי לשנות את הטמפ' שלו? ($4\frac{1}{3}$ נק')

במיכל מתכת גלילי הסגור באמצעות בוכנה ניידת, שיכולה לנוע ללא חיכוך, נימצא אוויר, לחץ האוויר מחוץ לבוכנה הוא P_a .



- א. מהו לחץ האוויר בתוך המיכל אם הבוכנה נמצאת בשיווי משקל? (4 נק')
- ב. כשדוחפים את הבוכנה פנימה ע"י הפעלת כוח, מפעיל האוויר שבתוך המיכל כוח נגדי. מהו המקור לכוח זה:
- (1) לפי המודל הסטטי? (4 נק')
 - (2) לפי המודל הקינטי? (4 נק')
- ג. מהן ההנחות של מודל הגז האידיאלי? (6 נק')
- ד. כשלוקחים גזים אידיאליים שונים ומחממים אותם כולם מתפשטים באותו שיעור.
- (1) האם המודל הסטטי יכול להסביר זאת? נמק. (4 נק')
 - (2) מהו ההסבר לפי המודל הקינטי? (4 נק')
- ה. בתוך מיכל שנפחו 3 m^3 כלוא גז בטמפ' של 47°C ובלחץ של $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.
- (1) כמה מולקולות גז נמצאות במיכל? ($4\frac{1}{3}$ נק')
 - (2) מהי האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הגז? (3 נק')

5

מיכל שניפחו V מורכב משני חלקים שווים בנפחם, המופרדים ביניהם באמצעות מחיצה הקבועה במקומה. בשני החלקים יש אותו גז אידיאלי. הלחץ בחלק הימני גדול פי 4 מהלחץ בחלק השמאלי (P). ובשני חלקי המיכל הייתה אותה טמפרטורה, T .



א. באיזה חלק של המיכל, הימני או השמאלי, היה מספר חלקיקי (מולקולות) הגז גדול יותר? (3 נק')

2) בטא באמצעות נתוני השאלה את היחס שבין מספר חלקיקי הגז בחלק הימני של המיכל למספר חלקיקי הגז בחלקו השמאלי. (3 נק')



ברגע מסוים סילקו את המחיצה המפרידה.

ב. בטא את לחץ הגז במיכל לאחר סילוק המחיצה. (8 נק')

מרוקנים את הגז מהמיכל. לאחר מכן מחזירים את המחיצה למקומה וממלאים את שני חלקי המיכל בגז אידיאלי. הפעם הלחץ בשני חלקי המיכל היה שווה (P), אך הטמפרטורה בחלק הימני של המיכל הייתה גדולה פי 4 מהטמפרטורה שבחלקו השמאלי.

ג. 1) באיזה חלק של המיכל, הימני או השמאלי, היה מספר חלקיקי הגז גדול יותר? (3 נק')

2) בטא באמצעות נתוני השאלה את היחס שבין מספר חלקיקי הגז בחלק הימני של המיכל למספר חלקיקי הגז בחלקו השמאלי. (3 נק')

ד. מה יהיה הלחץ ומה תהיה הטמפ' במכל אם יסלקו את המחיצה המפרידה? (13% נק')

שני מיכלים מחוברים באמצעות ברז ומבודדים תרמית מהסביבה. כלי אחד מכיל N מולקולות של גז, והשני ריק. פותחים את הברז והגז ממלא גם את הכלי השני.

7



בהנחה שהגז הוא אידיאלי:

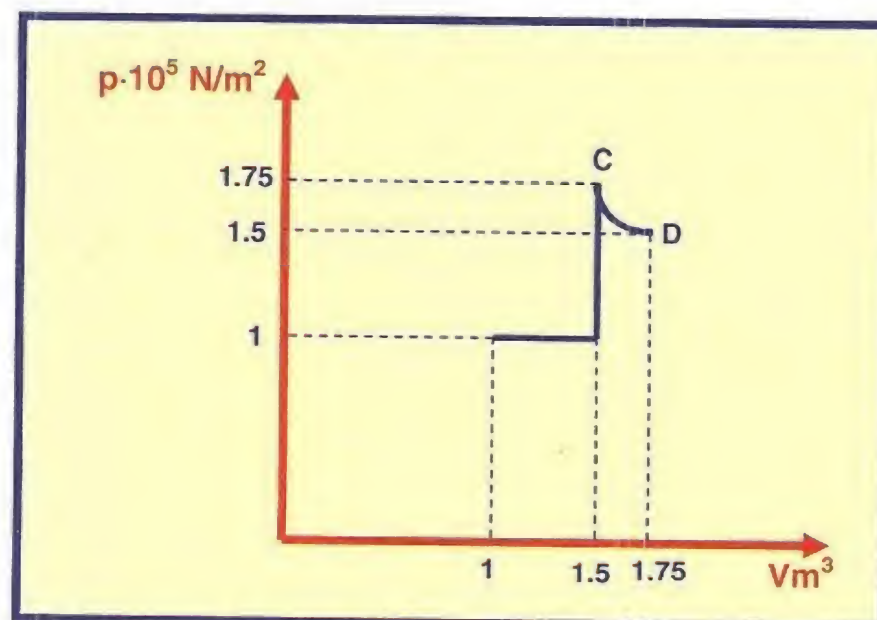
- א. האם יש חילופי חום בין המערכות לבין הסביבה ? נמק. (4 נק')
- ב. האם התבצעה עבודה על המערכת או על ידה, במהלך ההתפשטות של הגז ? נמק. (6 נק')
- ג. האם חל שינוי באנרגיה הפנימית של המערכת ? נמק. (5 נק')
- ד. בחישוב התקבל שלא חל שינוי בטמפ' של המערכת. הסבר את אופן ביצוע החישוב. העזר בחוק הראשון של התרמודינמיקה. (6 נק')
- ה. כאשר מודדים את הטמפ' בפועל מוצאים שהטמפ' נמוכה יותר מזו שהיתה לפני פתיחת הברז. האם הדבר עומד בסתירה לחוק שימור האנרגיה ? הסבר משיקולי אנרגיה מהו המקור לשינוי בטמפ'. (12 1/3 נק')

מיכל מתכת גליל ששטח בסיסו 40 cm^2 מכיל $4.82 \cdot 10^{22}$ מולקולות אוויר בטמפ' של 30°C . המיכל סגור בקצהו העליון באמצעות בוכנה ניידת שמסתה 6 kg וגובהה מעל בסיס המיכל הוא 50 cm . הבוכנה נעה בלא חיכוך.



- א. חשב את לחץ האוויר הכלוא במיכל. (10 נק')
 - ב. חשב את הלחץ האטמוספרי השורר במקום שבו נמצא המיכל. (6 נק')
 - ג. מעבירים את המערכת למקום גבוה יותר, שבו שוררים לחץ אטמוספרי של $70,000 \text{ N/m}^2$ וטמפ' של -10°C .
- (1) מה יהיה עתה הלחץ בתוך המיכל? (6 נק')
 - (2) מה יהיה גובה הבוכנה מעל קרקעית המיכל? (6 נק')
 - (3) פי כמה קטנה האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת האוויר? ($5\frac{1}{3}$ נק')

הגרף שבתרשים מתאר שינויים בלחץ ובנפח V של מספר קבוע N של מולקולות גז אידיאלי. כאשר הגז נמצא במצב המתואר על-ידי הנק' A שבגרף, הטמפרטורה שלו היא 23°C . התהליך CD הוא תהליך של התפשטות בטמפרטורה קבועה.



א. תאר והסבר את התהליך המעביר את הגז:

- (1) מהמצב בנק' A למצב בנק' B בגרף. (3 נק')
- (2) מהמצב בנק' B למצב בנק' C בגרף. (3 נק')
- (3) מהמצב בנק' C למצב בנק' D בגרף. (3 נק')

ב. חשב את הטמפרטורות של הגז כאשר הוא:

- (1) במצב שבנק' B בגרף. (5 נק')
- (2) במצב שבנק' C בגרף. (5 נק')
- (3) במצב שבנק' D בגרף. (3 נק')

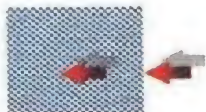
ג. חשב את מספר המולקולות של הגז. (5 נק')

ד. באילו מהתהליכים, AB , BC או CD האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת הגז:

- (1) נותרת קבועה? (2) גדלה? (3) קטנה? הסבר. (6 1/3 נק')

א. תאר את המרות האנרגיה בדוגמאות שלפניך:

(1) קליע חודר לתוך קיר ונעצר בו. (3 נק')



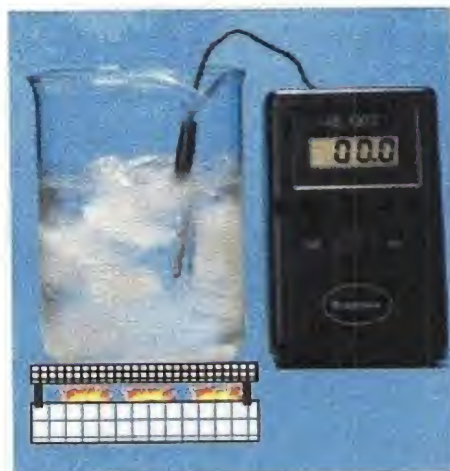
(2) גוף המשוחרר ממעלה מישור משופע מחליק לאורך המדרון במהירות קבועה. (3 נק')



(3) התכת גוש קרח על-ידי שפשופו בגושי קרח בטמפרטורה זהה. (3 נק')



(4) התכת גוש קרח בטמפרטורה של 0° למים בטמפרטורה של 0° על-ידי חימום. (3 נק')



ב. (1) באילו מהדוגמאות יש שינוי באנרגיה הפנימית מבלי שיש עליה בטמפרטורה? הסבר. (4 נק')

(2) באילו מהתהליכים יש עליה בטמפרטורה מבלי שסופק חום למערכת? (4 נק')

(3) באילו מהתהליכים מתבצעת עבודה על המערכת? $(W < 0)$ (4 נק')

ג. קליע שמסתו 15gr הנוע במהירות של 500 m/sec חודר לקיר ונעצר לאחר 1 cm.

(1) מהי עבודת כוח החיכוך? (3 נק')

(2) מהו השינוי באנרגיה הפנימית של הקליע והקיר? (3½ נק')

(3) חשב את הכוח הממוצע שהקיר הפעיל על הקליע. (3 נק')

כדי לקבוע את הקשר בין הנפח V של גז אידאלי לבין הלחץ P המופעל עליו, הכניסו את הגז לתוך מזרק סגור. המזרק הוצב בצורה אנכית. על משטח עץ המחובר לראש הבוכנה של המזרק הניחו משקולות, ומדדו את נפח הגז במזרק כפונקציה של משקל המשקולות.



הטמפרטורה של הגז נשארה קבועה במהלך הניסוי. שטח הבוכנה של המזרק היה $A = 4.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. לפנייך טבלה המסכמת את תוצאות הניסוי:

F_N משקל המשקולות	0	20	40	60	80
$V \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ נפח הגז	3.57	2.46	1.88	1.52	1.28
$P \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ לחץ המשקולות					
$1/V \cdot (10^4 \text{ m}^{-3})$					

- השלם את הטבלה והסבר כיצד חישובת את לחץ המשקולות. (6 נק')
- שרטט גרף של $1/V$ כפונקציה של הלחץ P המופעל על הגז על-ידי המשקולות. (6 נק')
- מהו הקשר בין לחץ הגז שבמזרק, הלחץ P המופעל על הגז על-ידי המשקולות והלחץ האטמוספרי P_a ? (6 נק')
- הוכח את הקשר: $\frac{1}{V} = \frac{P}{NKT} + \frac{P_a}{NKT}$ (הלחץ האטמוספרי). (6 נק')
- נתון שטמפרטורת הגז שבמזרק במהלך הניסוי כולו הייתה 300°K . מצא בעזרת הגרף ובעזרת הקשר הנתון בסעיף ד' את הלחץ האטמוספרי P_a , שפעל במקום בו נערך הניסוי, ואת מספר חלקיקי (מולקולות) הגז בתוך המזרק. (9½ נק')

4. א. השינוי באנרגיה הפנימית של מערכת שווה לכמות החום שסופקה למערכת פחות העבודה שבוצעה על ידה. $\Delta U = Q - W$.

ב. (1) חיכוך, הנוצר תוך כדי ביצוע עבודה הופך בחלקו לחום. גופים המתנגשים, גופים נעים אחד על גבי השני וכו'.
(2) חום הקיטור (בקטר, בדוד) נהפך לעבודה המניעה את הרכבת, המכונה, המנוע וכו'.

ג. (1) לא, $W = P \cdot \Delta V$. אין שינוי בנפח.
(2) לשינוי באנרגיה הפנימית.

ד. (1) מדד לאנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הגז.
(2) האנרגיה במעבר בין שתי מערכות שקיים ביניהן הפרש טמפרטורות.
(3) טמפרטורה. טמפרטורת מכשיר המדידה משתווה לטמפרטורת הגוף הנמדד.

ה. (1) 169 J
(2) גדלה, 2084 J
(3) לא, האנרגיה הייתה דרושה להגדלת המרחק הממוצע בין המולקולות.

5. א. (1) בחלק הימני.

(2) $N_1/N_2 = 4$

ב. $P' = 2.5P$

ג. (1) בחלק השמאלי.

(2) $N_1/N_2 = 1/4$

ד. $T' = 1.6T$, $P' = P$

6. א. חימום ועבודה.

ב. (1) בשפשוף רגליים זו בזו החימום נעשה ללא מעבר חום.
(2) בהצמדת הרגליים לשמיכה חשמלית: אנרגיה תרמית \leftarrow אנרגיה תרמית.
בשפשוף הרגליים: אנרגיה קינטית \leftarrow אנרגיה תרמית.

ג. לא יתכן לבנות מכונה, שהתוצאה היחידה של פעולתה היא הוצאת חום ממקור בטמפרטורה מסויימת, והפיכת כל כולו לעבודה.

ד. (1) $1.875 \cdot 10^6$ J
(2) בהתאם לחוק השני של התרמודינמיקה אין זה אפשרי, אך תהליך כזה לא היה עומד בסתירה לחוק הראשון של התרמודינמיקה.

10. א. הגז נמצא בלחץ נמוך ורחוק מטמפרטורת העיבוי.

ב. 99 m^3

ג. 68.25°C (341.25°K)

ד. $1.818 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ה. (1) בידוד המערכת מהסביבה.

(2) שינוי מהיר בנפח או בלחץ הגז הכלוא בכלי.

11. א. (1) חימום בלחץ קבוע, הנפח גדל.

(2) חימום בנפח קבוע, הלחץ גדל.

(3) הגדלת הנפח תוך הקטנת הלחץ בטמפרטורה קבועה.

ב. (1) 375°K (2) 656.25°K (3) 656.25°K

ג. $2 \cdot 9 \cdot 10^{25}$

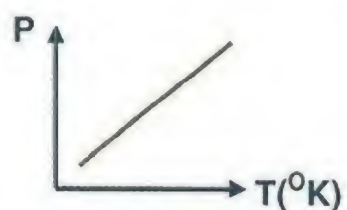
ד. (1) CD (2) AB, BC (3) הטמפרטורה אינה קטנה.

12. א. $2.41 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ג. $2.416 \cdot 10^{22}$

ד. (1) $6.21 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

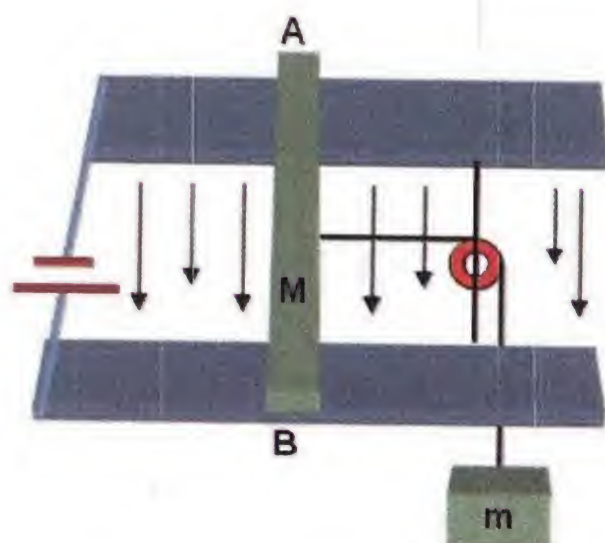
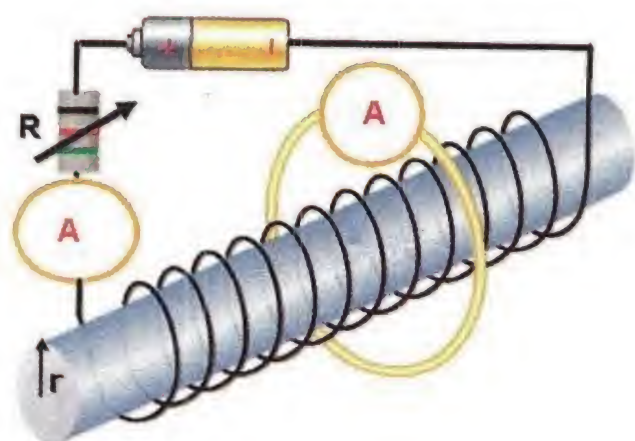
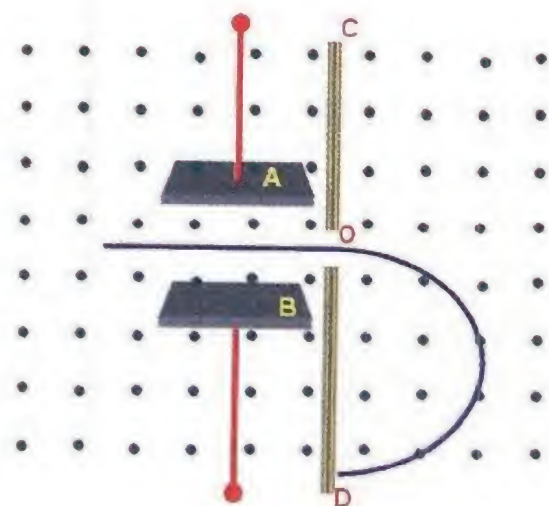
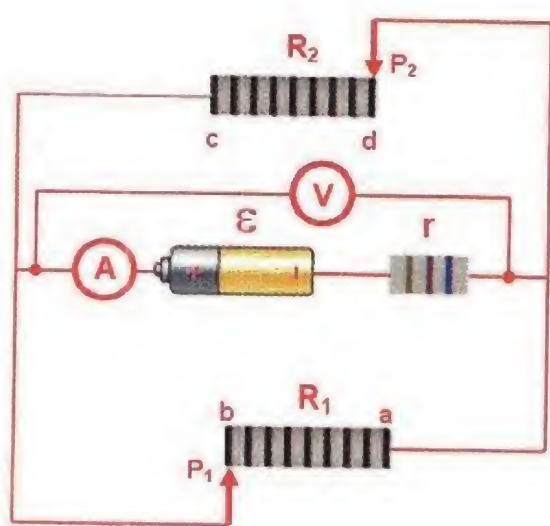
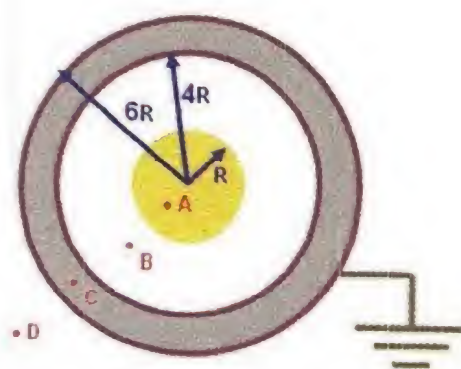
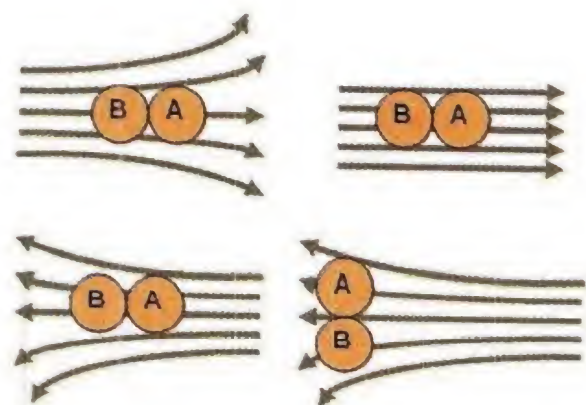
(2) $1.5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$



ה. (1) את העבודה ביחידות ג'אול.

(2) אם לא כן המולקולות היו מאבדות אנרגיה והיו מאיטות, ולכן גם הלחץ שלהן על הדפנות היה נחלש.

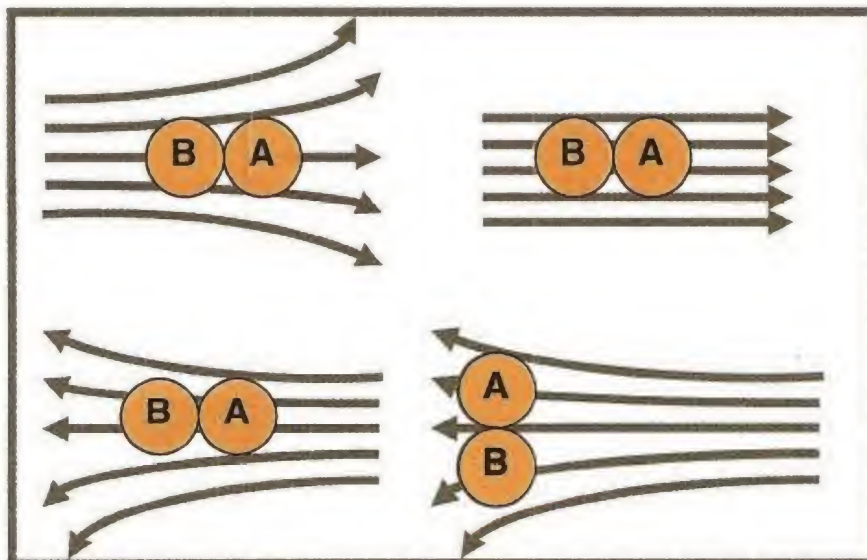
מתכונות אלקטרומגנטיות



מבחן מספר 1

בתרשימים הבאים מתוארים קווי שדה של שדות חשמליים שונים. אל תוך כל אחד מהשדות מוכנסים שני כדורים מוליכים לא טעונים הצמודים זה לזה.

1



א. העתק את התרשים וסמן עליו את התפלגות המטענים על כל אחד מהגופים. (8 נק')

ב. קבע עבור כל מקרה, האם הכדורים יישארו במקומם או ינועו. במקרה של תנועת קבע- לאיזה כיוון ינוע כל אחד מהכדורים? (8 נק')

ג. מקרבים מוט הטעון במטען שלילי אל בלון, התלוי לתקרה באמצעות חוט מבודד.

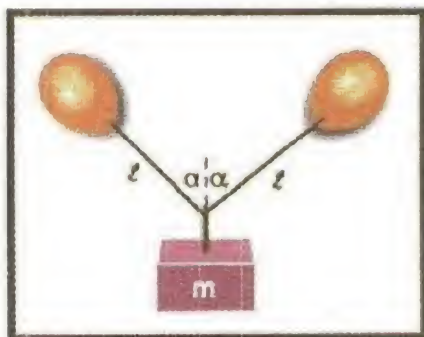
1. אם הבלון נימשך אל המוט- האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען חיובי? נמק. (6 נק')



2. אם הבלון נדחה על ידי המוט- האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען שלילי? נמק. (3 נק')

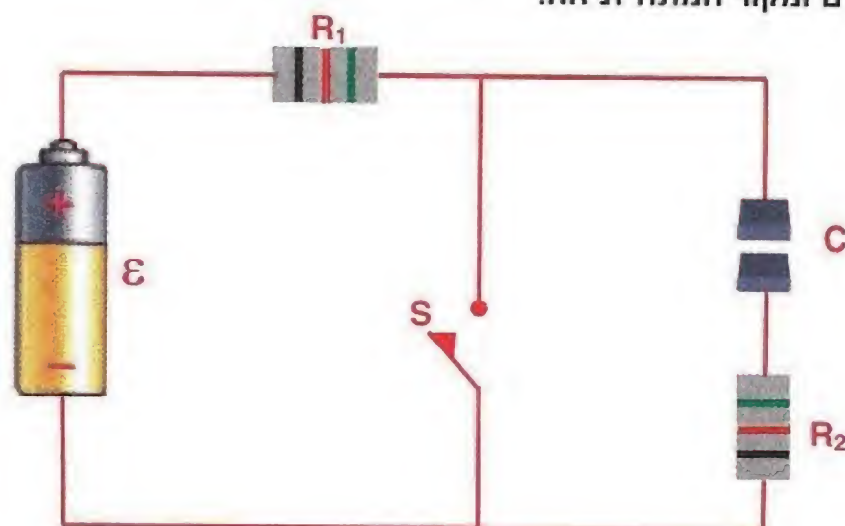


ד. שני בלונים הטעונים במטען $+q$ כל אחד, קשורים למסה m באמצעות שני חוטים, שאורך כל אחד מהם ℓ . החוטים יוצרים כל אחד זווית α ביחס לאנך. (על הבלונים פועל כלפי מעלה כוח עילוי) נתונים: m, g, ℓ, α, K .



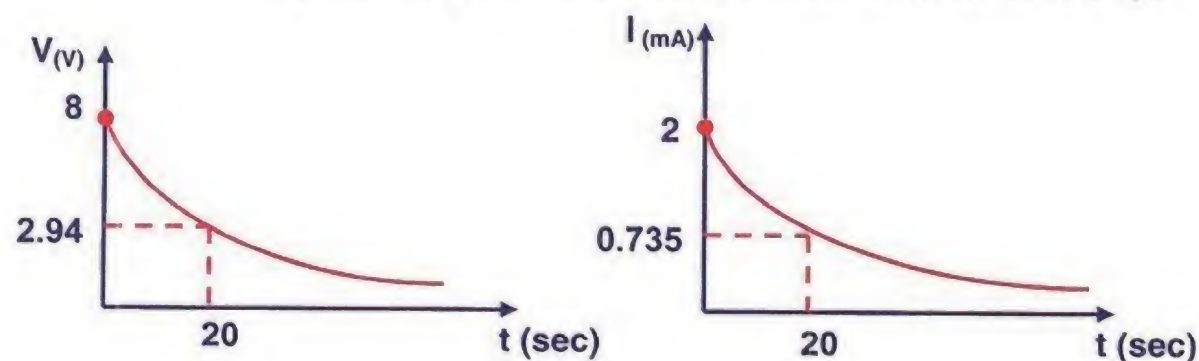
בטא את גודל המטען q במצב בו המערכת נמצאת בשיווי משקל. (8½ נק')

בתרשים מתואר מעגל חשמלי, המאפשר טעינה ופריקה של קבל. התנגדות מד-הזרם ומקור המתח זניחה.



- א. (1) הוסף לתרשים את מד-הזרם כך, שיוכל להורות את הזרם העובר דרכו גם בטעינה וגם בפריקה. (3 נק')
 (2) באיזה מצב של המפסק (פתוח או סגור) מתבצע תהליך הפריקה של הקבל? נמק. (3 נק')

- ב. גרף 1 מתאר את המתח על הקבל בעת הפריקה כפונקציה של זמן.
 גרף 2 מתאר את הזרם העובר דרך מד-הזרם בתהליך של הפריקה.



1. מצא את הכא"מ של הסוללה. (3 נק')
 2. מצא את התנגדות הנגד R_2 . (3 נק')
 3. מצא את קבוע הזמן של הפריקה. (3 נק')
 4. מצא את קיבול הקבל. (3 נק')

- ג. האם כמות המטען שעברה דרך הנגדים בתהליך הטעינה שווה לזו שעברה בתהליך הפריקה של הקבל? חשב אותה. (3 נק')

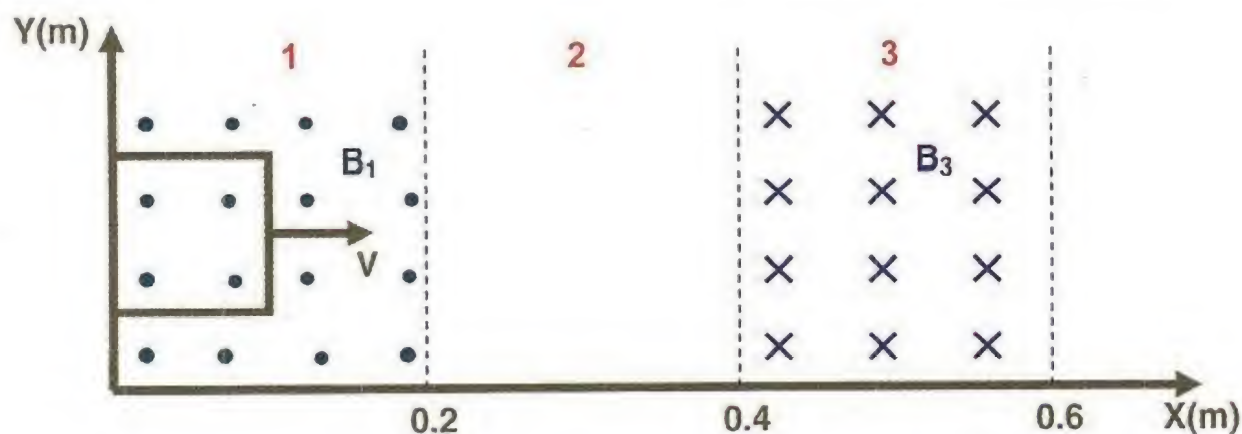
- ד. חשב את התנגדות הנגד R_1 , אם ידוע שקבוע זמן הטעינה גדול פי 3 מקבוע זמן הפריקה. (5 נק')

- ה. חשב את אנרגיות החום שהתפתחה בנגדים במהלך כל תהליך הטעינה. (4 נק')

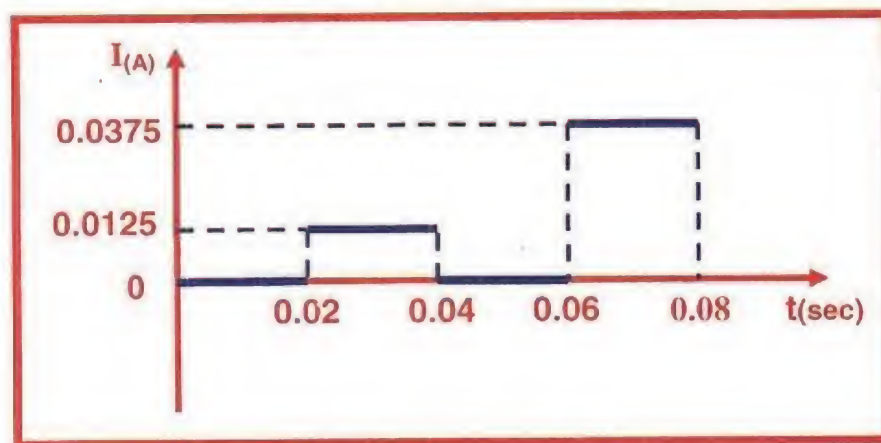
- ו. האם אנרגיית החום שהתפתחה בנגדים במהלך תהליך הפריקה גדולה, קטנה או שווה לזו, שהתפתחה בנגדים במהלך תהליך הטעינה? נמק במילים בלבד. (3½ נק')

5

מסגרת ריבועית בעלת צלע $a=0.1\text{m}$ עשויה מתיל מוליך בעל התנגדות $\lambda=20\Omega/\text{m}$ ונמצאת באזור 1. באזור זה שורר שדה מגנטי אחיד B_1 , שכיוונו החוצה מהדף, ורוחבו 0.2m . אחר כך באזור 2 בתחום $0.2\text{m} < X < 0.4\text{m}$ לא שורר שדה מגנטי, ולבסוף באזור 3 בתחום $X > 0.4\text{m}$ שורר שדה מגנטי B_3 שכיוונו פנימה. ברגע $t=0$ הצלע השמאלית של המסגרת מתלכדת עם ציר ה-Y ומסיעים אותה בכיוון ציר ה-X במהירות קבועה $V=5\text{m/sec}$. (ראה תרשים א')



הגרף הבא מתאר את הזרם המושרה במסגרת כפונקציה של הזמן.



א. חשב בעזרת הגרף את הכא"מ בפרק זמן $0.02 < t < 0.04$ ו- $0.06 < t < 0.08$. (8 נק')

ב. מצא את עוצמת השדה המגנטי באזורים 1 ו-3. (8 נק')

ג. שרטט גרף של הכוח שיש להפעיל על המסגרת כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד $t=0.08\text{sec}$. (8 נק')

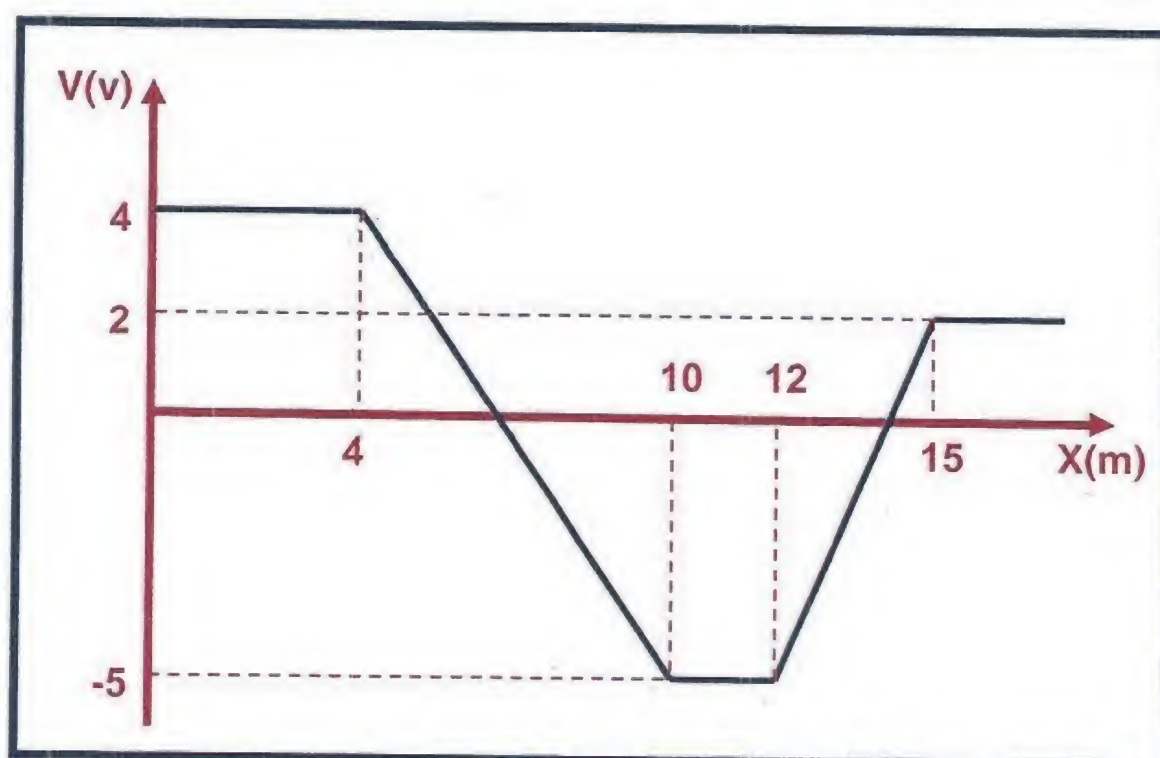
ד. הסבר מדוע הכוח שיש להפעיל על המסגרת תמיד חיובי. (4 נק')

ה. חשב את כמות החום שהתפתחה במסגרת מרגע $t=0$ עד $t=0.08\text{sec}$. (5 1/3 נק')

מבחן מספר 2

הגרף מתאר את השתנות הפוטנציאל החשמלי כפונקציה של המרחק X .

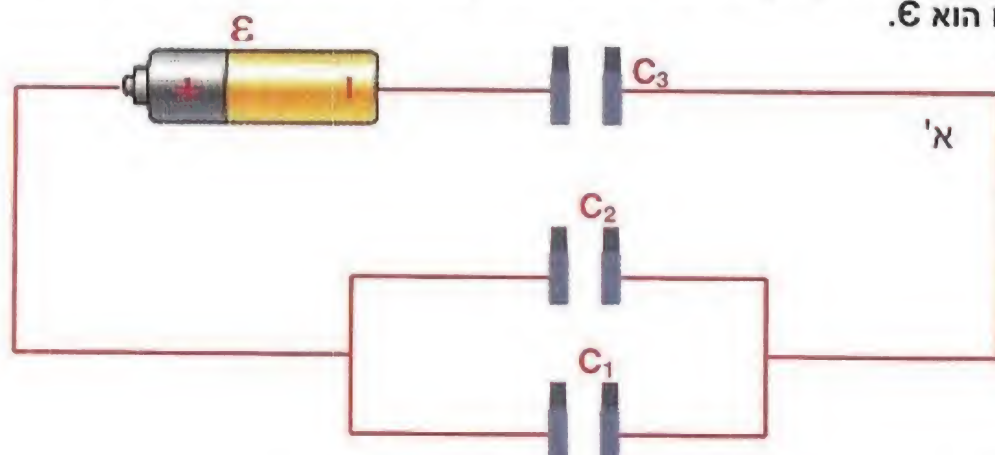
1



- מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הגרף? (5 נק')
- שרטט גרף של השדה החשמלי כפונקציה של X . (8 נק')
- מהי המהירות ההתחלתית המינימלית, שיש להעניק לאלקטרון בנקודה $X=0$ על מנת שיגיע עד לנקודה $X=15\text{m}$? (8 נק')
- האם תשובתך לסעיף ג' תשתנה, אם האלקטרון יקבל את המהירות בנקודה $X=4\text{m}$? נמק. (5 נק')
- חשב באילו מרחקים מתאפס הפוטנציאל החשמלי. (7½ נק')

3

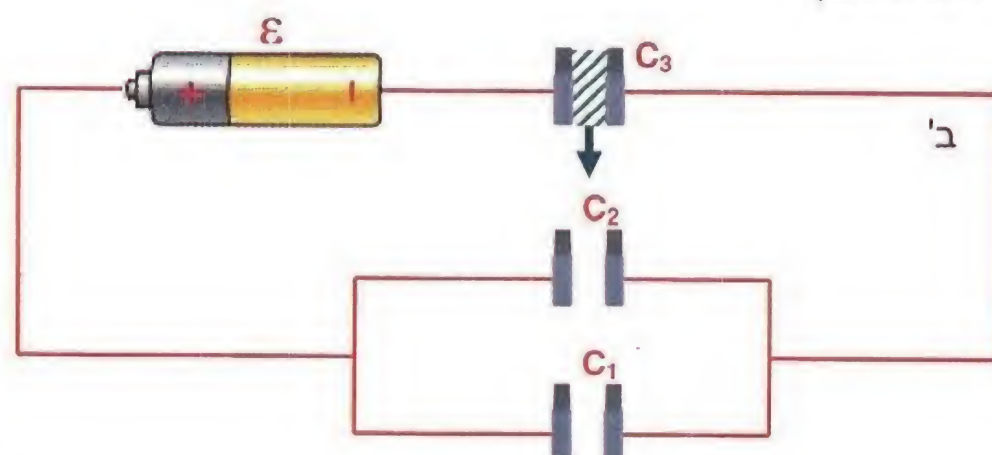
במעגל שמתואר בתרשים א', הקיבול של כל אחד מהקבלים הוא: $C_1 = C_2 = C_3 = C$ הכא"מ של מקור המתח הוא \mathcal{E} . נתונים: C ו- \mathcal{E} .



א. חשב את:

1. המתח על כל אחד משלושת הקבלים. (6 נק')
2. המיטען על כל אחד משלושת הקבלים. (6 נק')

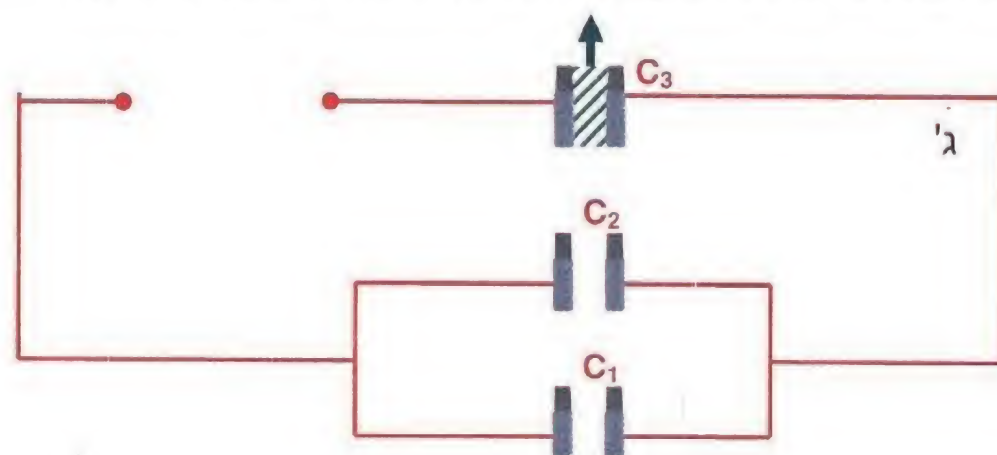
ב. מכניסים חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי ϵ_r בין הלוחות של C_3 . (ראה תרשים ב')



חשב את:

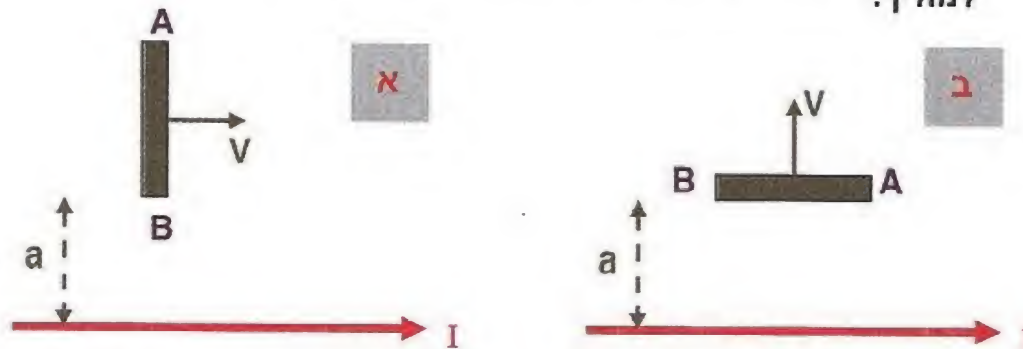
1. המיטען על כל אחד משלושת הקבלים. (7 נק')
2. העבודה הדרושה על מנת להכניס את החומר המבודד לתוך הקבל. (7 נק')

ג. לאחר הכנסת החומר המבודד בין לוחות הקבל C_3 , מנתקים את מקור המתח ואחר-כך מוצאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_3 . האם הוצאת המבודד גורמת לשינוי במתח על כל אחד מהקבלים? הסבר. (ראה תרשים ג') (7 1/3 נק')



מוט מוליך, שאורכו l , ותייל מוליך ארוך מאד, הנושא זרם קבוע I , נמצאים במישור אחד וניצבים זה לזה. מרחק הקצה A של המוט מהתייל הוא a (ראה תרשים א').

א. אם המוט נע בכיוון מקביל לתייל במהירות קבועה V ונשאר כל העת מאונך למוליך:



1. באיזה קצה של המוט יצטברו מטענים חיוביים? נמק. (4 נק')

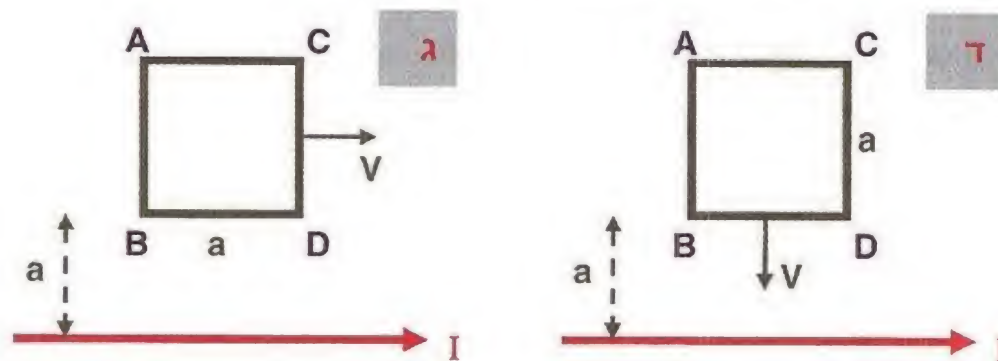
2. האם דרוש כוח בכדי שהמוט ינוע במהירות קבועה? נמק. (4 נק')

ב. מרחיקים את המוט מהתייל והמוט נע במהירות קבועה V ונישאר כל העת מקביל לתייל. (ראה תרשים ב')

1. באיזה קצה של המוט יצטברו מטענים חיוביים? נמק. (4 נק')

2. האם דרוש כוח בכדי שהמוט ינוע במהירות קבועה? נמק. (4 נק')

ג. במקום המוט מניעים מסגרת ריבועית בעלת צלע a והתנגדות R במהירות קבועה V בכיוון מקביל לתייל. (ראה תרשים ג')



1. האם יוצר במסגרת כ"מ מושרה? נמק. (4 נק')

2. מהו הכוח הדרוש לקיום התנועה? נמק. (4 נק')

ד. מניעים את המסגרת, שהתנגדותה R , בכיוון מאונך לתייל במהירות קבועה V לעבר התייל. (ראה תרשים ד')
נתונים: R, a, I, V

1. מהו הכ"מ המושרה הנוצר בצלעות AC ו- BD ? (6 נק')

2. מהו הכוח הדרוש לקיום התנועה? (3½ נק')

תשובות – מבחן מספר 2

1

א. $-E$
ב. E

ג. $8.38 \cdot 10^5 \text{ m/sec}$
ד. לא
ה. $14\frac{1}{7} \text{ m}$, $6\frac{2}{3} \text{ m}$

2

א. $I_A=4A$; $I_1=2(A)$; $I_{2,3}=1(A)$
ב. $U=6(V)$
ג. $r=1(\Omega)$
ד. $I_A=3.33A$; $I_{1,2}=2.22(A)$; $I_{4,5}=1.11(A)$
ה. לא. הנורות הן זהות.

3

א. $U_3 = \frac{2}{3}\epsilon$, $U_1 = U_2 = \frac{1}{3}\epsilon$ (1)
ב. $Q_3 = \frac{2}{3}c\epsilon$, $Q_1 = Q_2 = \frac{1}{3}c\epsilon$ (2)
ג. $Q_3 = \frac{2}{2+\epsilon_r}c\epsilon_r\epsilon$, $Q_1 = Q_2 = \frac{1}{2+\epsilon_r}c\epsilon_r\epsilon$ (1)
ד. $W = \epsilon^2 c \frac{2(\epsilon_r - 1)}{3(2+\epsilon_r)}$ (2)
ה. כן. מטען כללי לא משתנה.

4

א. (1) 0
ב. על AB ו-CD, $F=0$
ג. $F_{AC}=I^2 \cdot 10^{-7}$ שמאלה, $F_{BD}=I^2 \cdot 10^{-7}$ ימינה.
ד. 0
ה. על כל הצלעות.

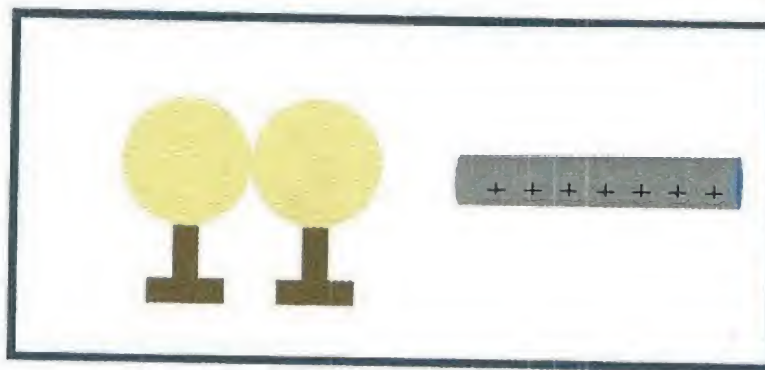
5

א. (1) תחתון
ב. (2) לא
ג. (1) A
ד. (2) כן
ה. (1) כן
ו. (2) 0
ז. $\epsilon_{AC}=10^{-7} \cdot I \cdot V$
ח. $\epsilon_{BD}=2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot V$
ט. $F = \frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot I^2 \cdot V}{R}$
י. (יש להגדילו.)

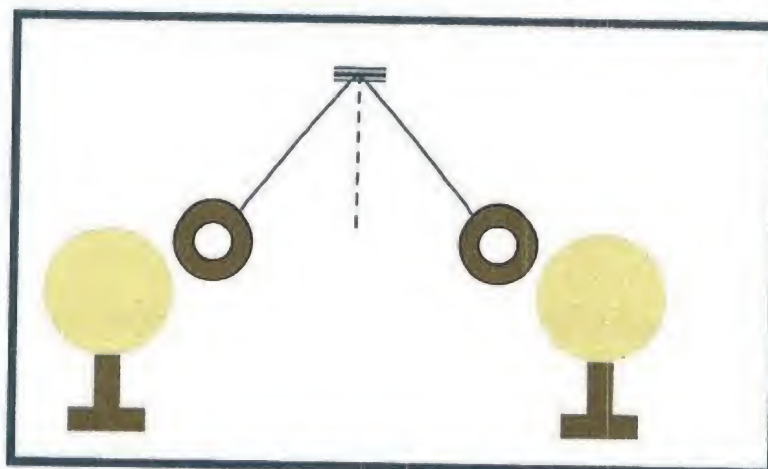
מבחן מספר 3

1

שני כדורים מוליכים נייטרליים זהים נמצאים במגע זה עם זה. לצורך טעינתם על ידי השראה, מקרבים אליהם מוט זכוכית הטעון במיטען חיובי. (ראה תרשים)



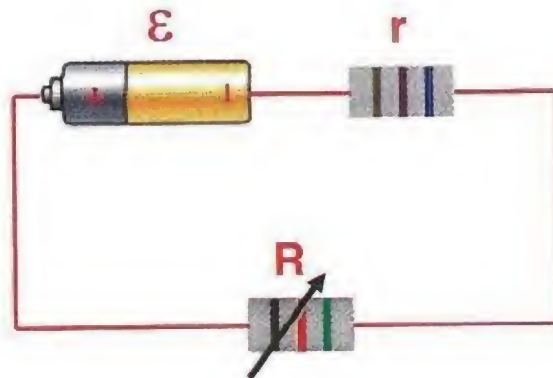
- א. העתק את התרשים וסמן עליו את התפלגות המיטענים על כל אחד מהכדורים. שרטט את קווי השדה של מערכת הגופים. (5 נק')
- ב. האם המוט מפעיל כוח חשמלי על הכדור? נמק. (5 נק')
- ג. מרחיקים את הכדור השמאלי מהכדור הימני – האם הכוח החשמלי הפועל בין הכדור הימני למוט גדל, קטן או לא משתנה בעקבות הרחקת הכדור השמאלי? (5 נק')
- ד. האם יש לבצע עבודה בקירוב המוט לעבר הכדורים, או מתקבלת עבודה מהשדה החשמלי? נמק. (5 נק')
- ה. לאחר סילוק המוט סמן את התפלגות המיטענים על כל אחד מהכדורים. (5 נק')
- ו. מקרבים את שני הכדורים (לאחר סילוק המוט) לעבר שתי דיסקיות מוליכות ונייטרליות, המחוברות לתיקרה באמצעות שני חוטי ניילון. כתוצאה מכך נפרשים החוטים. (ראה תרשים)



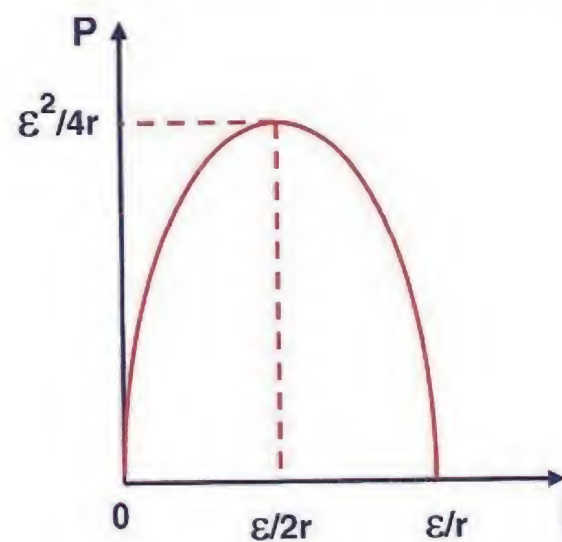
- באמצעות תיל מוליך דק שהתנגדותו זניחה מחברים את שני הכדורים ואחר כך מנתקים את התיל מהכדורים והמערכת מתייצבת. מה יהיה המטען על כל כדור ועל כל דיסקית לאחר ניתוק התיל? נמק. (8 1/3 נק')
- מה יהיה מצב החוטים? נמק. (8 1/3 נק')

2

בתרשים שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו \mathcal{E} , והתנגדות הפנימית r ונגד משתנה R .

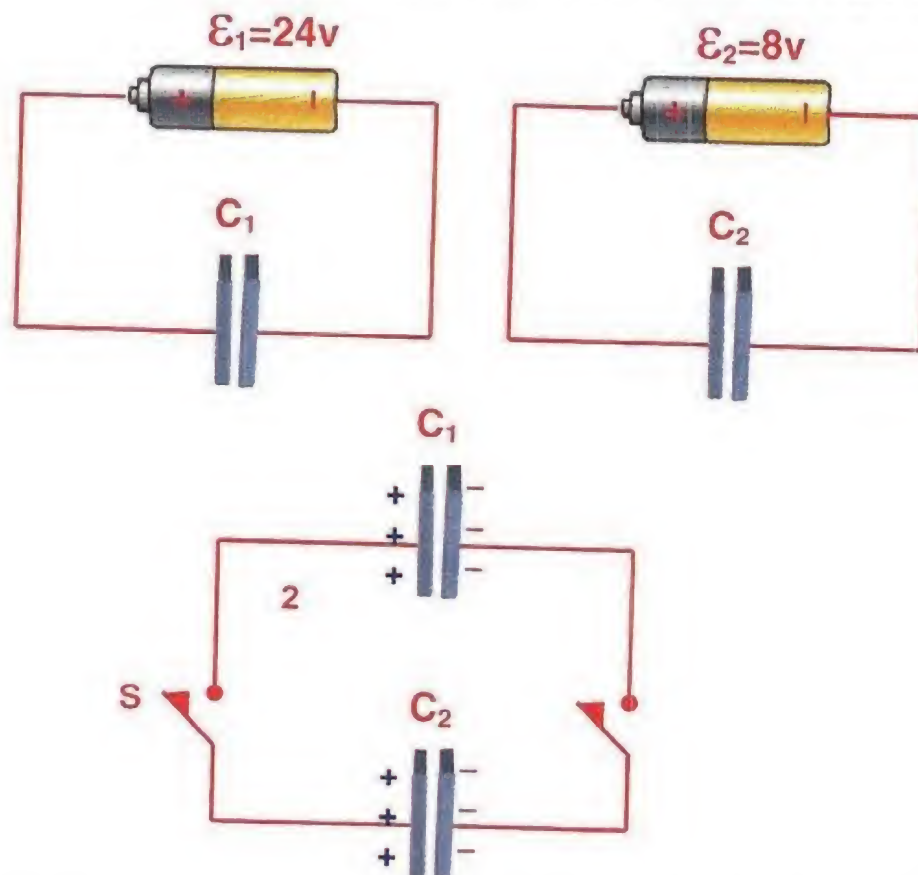


הגרף שלפניך מתאר את ההספק P , המתפתח על הנגד המשתנה R , כפונקציה של הזרם I במעגל.



- פתח את הקשר בין ההספק המתפתח על הנגד המשתנה לזרם במעגל כך, שהקשר יתאים לצורת הגרף הנתון. (8 נק')
- הראה באמצעות הביטוי שהגעת אליו בסעיף א', שערכי הזרם I בשני המצבים בהם ההספק P מתאפס הם \mathcal{E}/r ו- $\mathcal{E}/2r$. (8 נק')
- הוכח שהזרם I , במצב שבו ההספק P הוא מקסימלי, שווה ל- $\mathcal{E}/2r$. (6 נק')
- הוכח שההספק המקסימלי, היכול להתפתח על הנגד המשתנה, הוא $\mathcal{E}^2/4r$. (6 נק')
- הוכח שההתנגדות R של הנגד המשתנה, המתאימה למצב שבו ההספק P הוא מקסימלי, שווה ל- r . (5 1/3 נק')

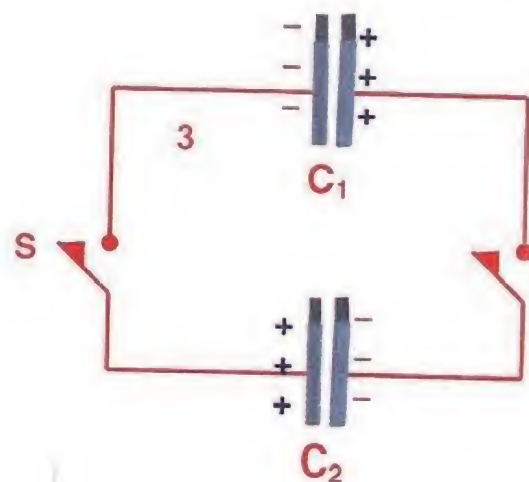
טוענים קבל אחד שקיבולו $C_1 = 6 \cdot 10^{-6} \mu\text{F}$ על ידי מקור מתח שמתחו $V_1 = 24\text{V}$ וקבל שני שקיבולו $C_2 = 2 \cdot 10^{-6} \mu\text{F}$ על ידי מקור מתח שמתחו $V_2 = 8\text{V}$. לאחר טעינת הקבלים וניתוקם מהמקורות, מחברים אותם במקביל כך, שהלוחות שווים-הסימן מחוברים ביניהם על ידי סגירת המפסקים. (ראה תרשים 2).



- א. מהו המתח על כל אחד מהקבלים:
 1. לפני ניתוקם ממקור המתח?
 2. לאחר ניתוקם ממקור המתח וסגירת המפסקים?
 (6 נק')
 (6 נק')

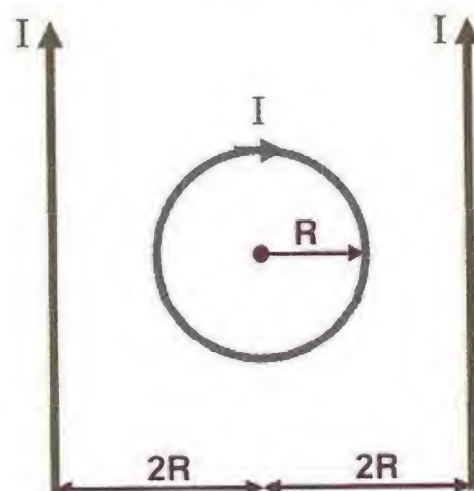
- ב. מהי האנרגיה שהיתה לקבלים:
 1. לפני ניתוקם ממקור המתח?
 2. לאחר ניתוקם ממקור המתח וסגירת המפסקים?
 (6 נק')
 (6 נק')

- ג. מהו השינוי באנרגיה האצורה בקבלים בין המצב בו הם היו מחוברים למקור, לבין המצב בו מנתקים אותם ממקורות המתח, ומחברים אותם כך שהלוחות שווים-הסימן מחוברים ביניהם? (ראה תרשים 3).
 (9 1/3 נק')

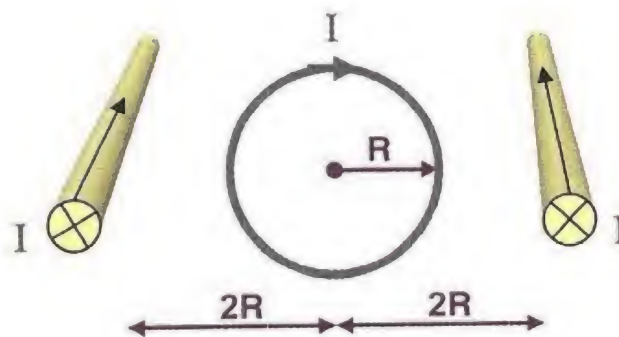


4

טבעת מוליכה, שרדיוסה R , נושאת זרם I , שכיוונו עם כיוון מחוגי השעון. במישור הטבעת, ברוחב $2R$ ממרכז הטבעת משני צדדיה נמצאים שני תיילים מוליכים ישרים ארוכים מאד ומקבילים זה לזה הנושאים זרם I כל אחד. (ראה תרשים א')

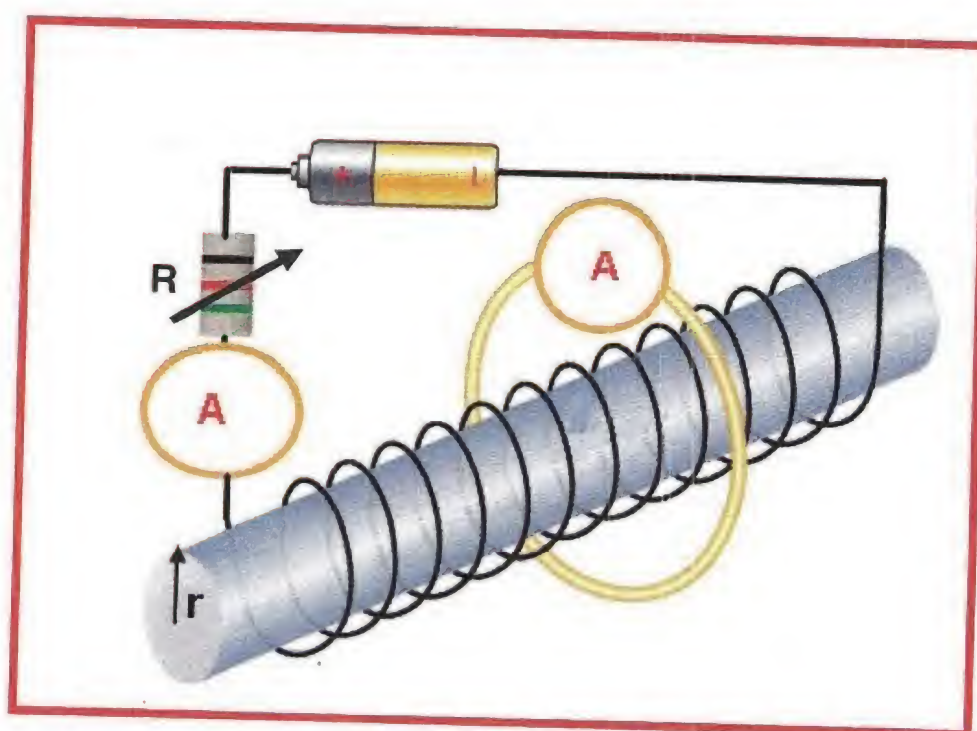


- א. 1. חשב את גודל השדה המגנטי הנוצר במרכז הטבעת 0. (8 נק')
2. מצא את הכיוון של השדה המגנטי הנוצר במרכז הטבעת 0. (4 נק')
- ב. מטען שמסתו m ומטענו $+q$ נע במעגל קטן במישור הטבעת סביב מרכזה 0. בהנחה שבאזור התנועה של החלקיק שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו הוא כמו במרכז הטבעת מצא :
 1. מהי מגמת הסיבוב של החלקיק (עם או נגד כיוון השעון)? הסבר. (4 נק')
 2. מהו זמן המחזור של סיבוב החלקיק? (6 נק')
- ג. על-ידי שינוי הזרם בתייל הימני בלבד מעוניינים שגודל השדה המגנטי במרכז הטבעת לא ישתנה אבל כיוונו יתהפך. מה צריכה להיות עוצמת הזרם לשם כך? (6 נק')
- ד. מציבים את התיילים כך, שהמסגרת נמצאת בין התיילים במישור המאונך להם (ראה תרשים ב'). מצא את גודלו ואת כיוונו של השדה המגנטי במרכז הטבעת. (5½ נק')



5

המעגל המתואר בתרשים מכיל: מדי זרם אידיאליים, מקור מתח \mathcal{E} שהתנגדותו זניחה, נגד משתנה R , סליל בעל n כריכות למטר, טבעת מוליכה בעלת התנגדות ליחידת אורך λ ורדיוס r המקיפה את הסליל. מד הזרם מראה קריאה קבועה. (ראה תרשים)




- א. מהי עוצמת השדה המגנטי הנוצר בסליל, ומה כיוונו? (8 נק')
 - ב. מהו הכא"מ המושרה בטבעת המוליכה? נמק. (5 נק')
- ברגע מסוים מתחיל הזרם לדעוך בקצב קבוע של $a \text{ (A/s)}$:
- ג. מהו הכא"מ המושרה בטבעת המוליכה? (8 נק')
 - ד. מהו הזרם המושרה בטבעת המוליכה (גודל וכיוון)? (6 נק')
 - ה. כמה אנרגיית חום התפתחה בטבעת במשך כל תהליך דעיכת הזרם? ($6\frac{1}{3}$ נק')

תשובות - מבחן מספר 3

1

א.



ב. כן.
ג. הכוח גדל.
ד. מתקבלת עבודה ע"י השדה החשמלי.
ה. כשהכדורים מופרדים הם טעונים "-" ו"+"<\/p><\/div>

3

א. (1) 24V, 8V
(2) 20V
ב. (1) 1728μJ, 64μJ
(2) 1600μJ
ג. ΔE = -768μJ

2

א) $P = -I^2 r + I \mathcal{E}$

5

א. כיוון ימינה $B = \mu_0 n \frac{\mathcal{E}}{R_s}$
ב. 0
ג. $\mathcal{E} = \pi r^2 a$
ד. בכיוון השעון $I = \frac{ra}{2\lambda}$
ה. $Q = \pi \cdot r^2 \cdot \left(\frac{ra}{2\lambda}\right)^2$

4

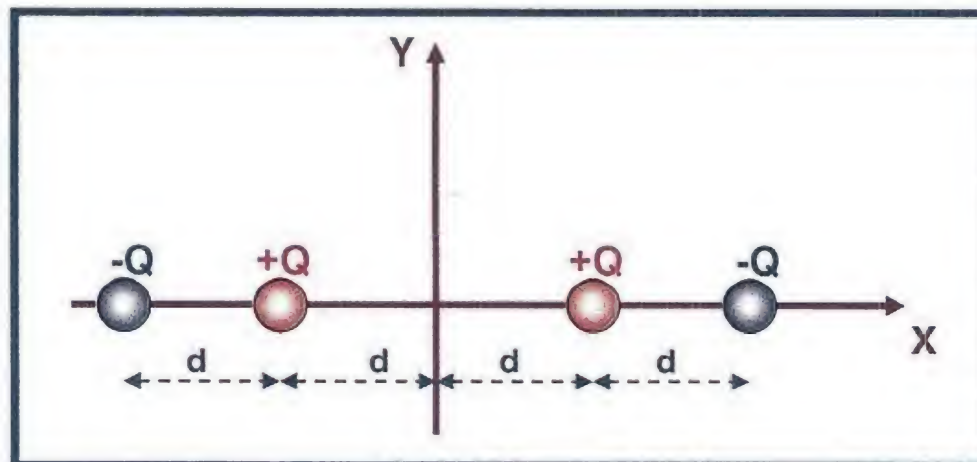
א. (1) $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$
(2) פנימה
ב. (1) נגד כיוון השעון.
(2) $t = \frac{2\pi \cdot m}{B \cdot q}$
ג. $I = (4\pi + 1) \cdot I_{\text{חדש}}$
ד. $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$, פנימה

158

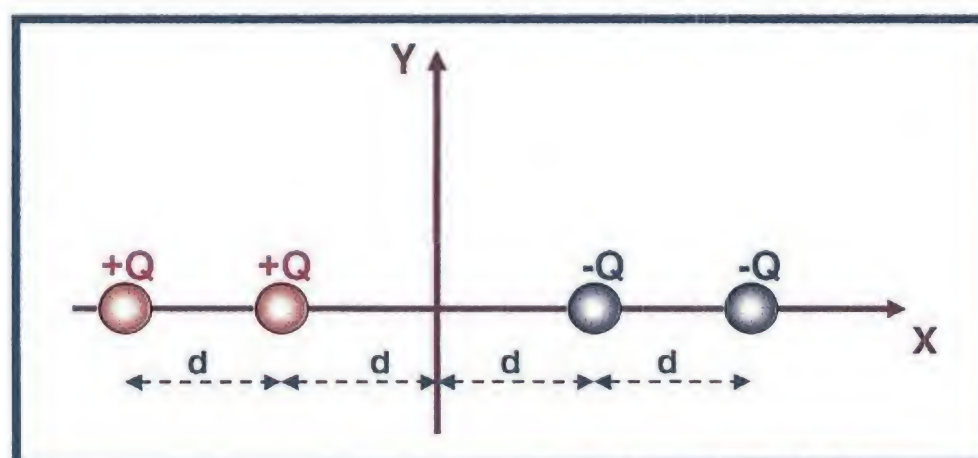
מבחן מספר 4

ארבעה מיטענים נקודתיים מסודרים על ציר ה-X כמתואר בתרשים.

1



- מהו השדה החשמלי ומהו הפוטנציאל בראשית הצירים ? (8 נק')
- מהי האנרגיה החשמלית של מערכת המיטענים ? (6 נק')
- מהי העבודה בהעברת מיטען נקודתי $+q$ מאינסוף ועד לראשית הצירים ? (5 נק')
- מהי העבודה החיצונית הדרושה כדי לעבור מהמצב המתואר בתרשים הראשון למצב המתואר בתרשים השני ? (6 נק')



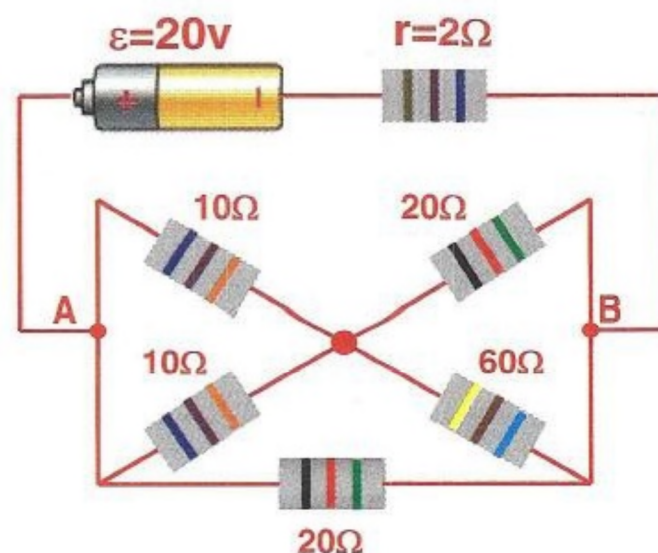
- איזה חץ מתאר את כיוון השדה החשמלי השקול שיוצרת מערכת המיטענים לאורך ציר ה-Y :



- בסידור המתואר בתרשים העליון?
- בסידור המתואר בתרשים התחתון? ($8\frac{1}{3}$ נק')

2

התרשים שלפניך מתאר מעגל חשמלי, הכולל סוללה שהכא"מ שלה 20V והתנגדות הפנימית 2Ω , חמישה נגדים.



א. מצא את ההתנגדות השקולה בין הנקודות A ו-B. (5 נק')

ב. מצא את מתח ההדקים של הסוללה. (10 נק')

ג. חשב את ההספק:

1. המבוזבז במקור. (3 נק')

2. המנוצל במעגל. (3 נק')

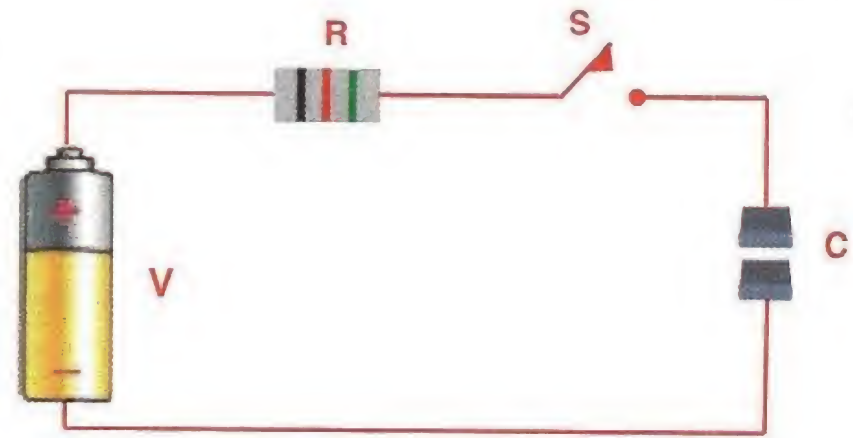
3. המסופק על ידי המקור. (3 נק')

ד. חשב את נצילות המקור. (4 נק')

ה. מנתקים את הנגד התחתון ביותר (הנגד שהתנגדותו 20Ω) מהמעגל. האם מתח ההדקים יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק. (5/3 נק')

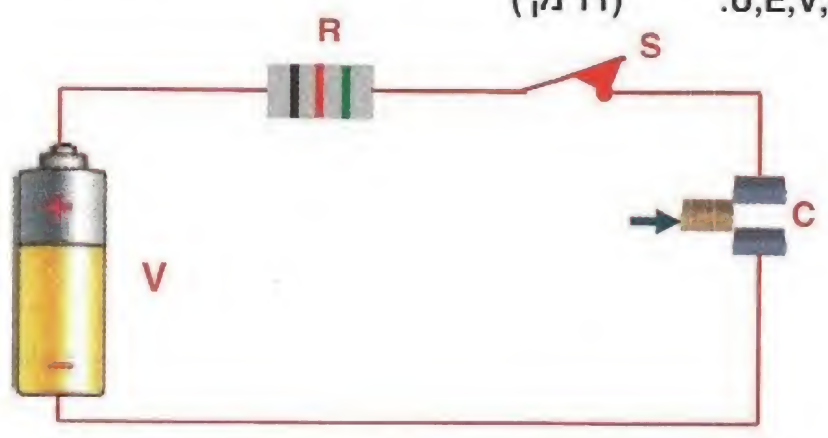
3

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי הכולל: מפסק S, מקור מתח V, קבל לוחות שטח כל אחד מלוחותיו הוא A, והמרחק ביניהם הוא d. נתונים: ϵ_0, V, d, A

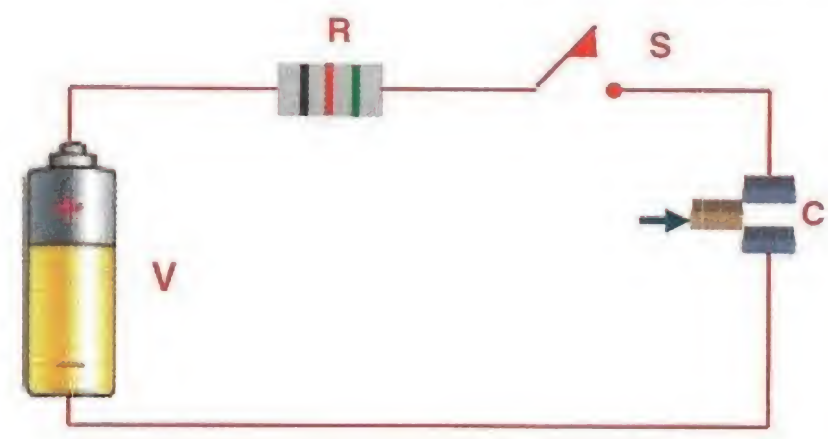


- א. כאשר המפסק סגור – חשב את:
1. קיבול הקבל C. (2 נק')
 2. מיטען הקבל Q. (2 נק')
 3. המתח בין לוחות הקבל V. (2 נק')
 4. עוצמת השדה החשמלי בין לוחות הקבל E. (2 נק')
 5. האנרגיה החשמלית האגורה בקבל U. (2 נק')

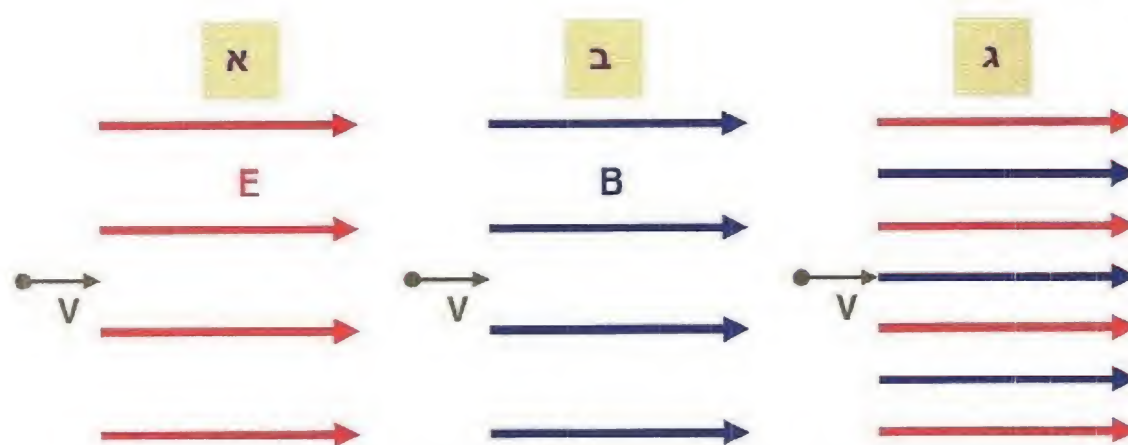
ב. כאשר המפסק סגור ומכניסים חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי $\epsilon_r=2$. חשב את U, E, V, Q, C. (11 נק')



ג. כאשר פותחים את המפסק, ורק אז מכניסים חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי $\epsilon_r=2$. חשב את U, E, V, Q, C. (11 1/3 נק')



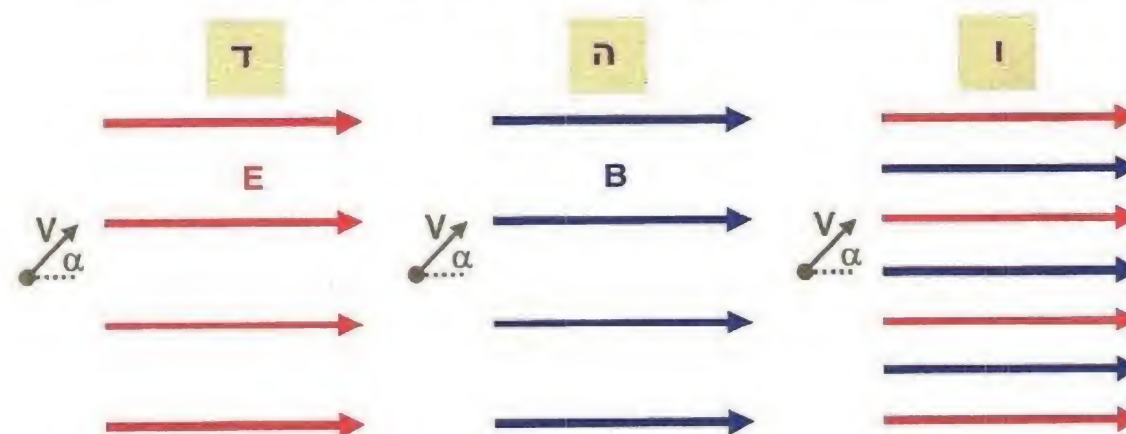
בתרשים א' מתואר חלקיק בעל מסה m ומטען שלילי $-q$, הנכנס במהירות V במקביל לשדה חשמלי אחיד E .
בתרשים ב' מתואר אותו החלקיק, הנכנס באותה המהירות במקביל לשדה מגנטי אחיד B .
בתרשים ג' מתואר אותו חלקיק, הנכנס הפעם לאזור בו שוררים שדה חשמלי ושדה מגנטי אחידים.



א. 1. מהי צורת המסלול ומהו סוג התנועה של החלקיק בכל אחד מהמצבים המתוארים בתרשימים א', ב', ו-ג'? (9 נק')

2. האם מהירות החלקיק משתנה לאורך המסלול? קבע עבור כל מצב ונמק. (6 נק')

ב. אותו חלקיק נכנס לאותם השדות E ו- B במהירות שגודלה V , אך הפעם כיוון המהירות יוצר זווית α עם כיוון השדות. (ראה תרשימים ד', ה', ו') (9 נק')

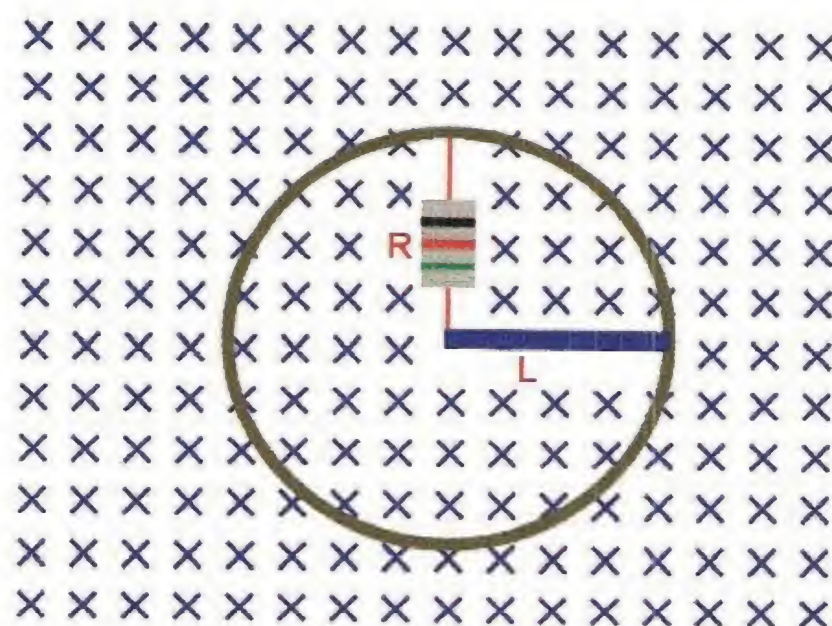


1. מהי צורת המסלול של החלקיק בכל אחד מהמצבים המתוארים בתרשימים? נמק. (9 נק')

2. לפחות באחד מהמצבים המתוארים בתרשימים ד', ה', ו' מבצע החלקיק תנועה לאורך מסלול בורגי שזמן המחזור שלה (הזמן להשלמת סיבוב אחד) הוא T .

חשב את זמן המחזור אם החלקיק הוא אלקטרון ונתון:
 $\alpha = 30^\circ$, $E = 100 \text{ (N/C)}$, $V = 7 \cdot 10^4 \text{ (m/s)}$, $B = 3 \text{ (T)}$. (9 1/3 נק')

טבעת מוליכה חסרת התנגדות מורכבת ממוט מוליך, שאורכו L והתנגדותו זניחה ומנגד שהתנגדותו R . המוט מסתובב במהירות זוויתית קבועה ω בכיוון תנועת מחוגי השעון סביב ציר הקבוע במרכז O .
 בכל מהלך התנועה יש מגע בין קצה המוט לבין הטבעת. מישור הטבעת מאונך לשדה מגנטי אחיד B .
 נתונים: $B=0.2(T)$, $\omega=\pi$ (rad/s), $R=10(\Omega)$, $L=0.5(m)$.



- א. חשב את הכא"מ המושרה במוט בזמן שהוא ביצע חצי סיבוב:
1. בעזרת שינוי השטף. (6 נק')
 2. בעזרת ניתוח כוחות על המוט. (6 נק')
- ב. מהו הזרם העובר בנגד R (גודל וכיוון)? (6 נק')
- ג. חשב את האנרגיה המכנית המושקעת בזמן שהמוט מבצע חצי סיבוב. (6 נק')
- ד. חשב את אנרגיית החום המתפתחת בנגד R בזמן שהמוט מבצע חצי סיבוב. (6 נק')
- ה. מה הקשר בין האנרגיות שחושבו בשני הסעיפים הקודמים? הסבר. (6½ נק')

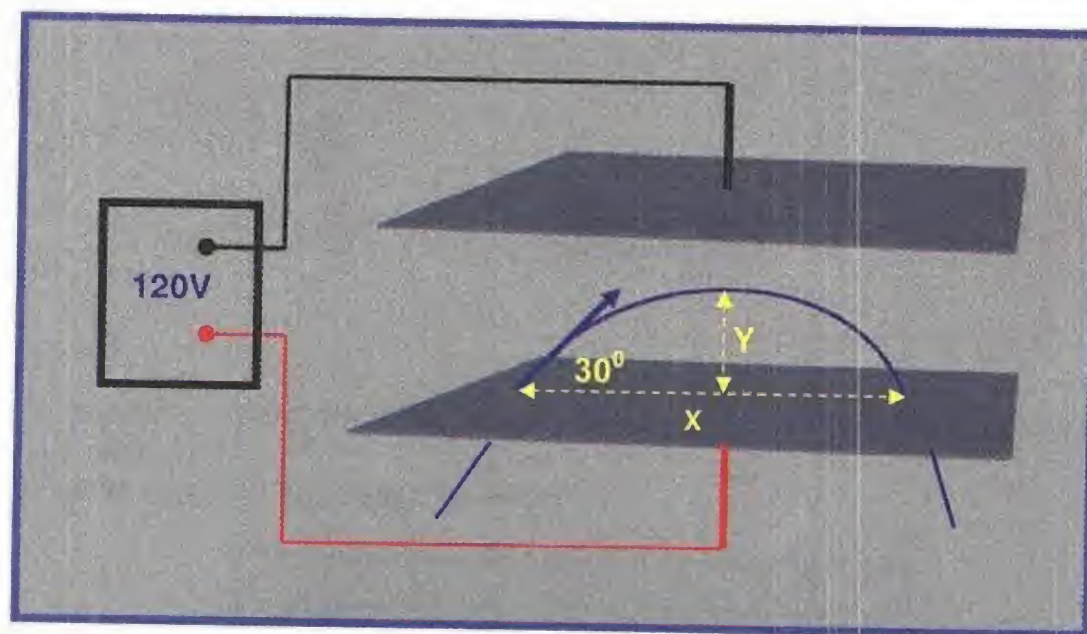
תשובות - מבחן מספר 4

<div>5</div> <p>א. $0.078V$ ב. $0.0078A$ ג. $6.1 \cdot 10^{-4}J$ ד. $6.1 \cdot 10^{-4}J$</p>	<div>2</div> <p>א. $R=10\Omega$ ב. $U=16\frac{2}{3}(V)$ ג. $5.55W$ (1) $27.77W$ (2) $33.33W$ (3) ד. 83.3% ה. יגדל</p>	<div>1</div> <p>א. $U = k \frac{Q}{d}, E = 0$ ב. $-\frac{23KQ^2}{12d}$ ג. $W = k \frac{Qq}{d}$ ד. $2.5k \frac{Q^2}{d}$ ה. $\begin{matrix} (1) \\ (2) \end{matrix}$ $\begin{matrix} 2 \\ 7 \end{matrix}$</p>
<div>3</div> <p>א. (1) $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ (2) $Q = \epsilon_0 V \frac{A}{d}$ (3) V (4) $E = \frac{V}{d}$ (5) $U = \epsilon_0 V^2 \frac{A}{2d}$</p> <p>ב. $C = 2\epsilon_0 \frac{A}{d}, Q = 2\epsilon_0 V \frac{A}{d}, V, E = \frac{V}{d}, U = \epsilon_0 V^2 \frac{A}{d}$ ג. $C = 2\epsilon_0 \frac{A}{d}, Q = \epsilon_0 V \frac{A}{d}, V/2, E = \frac{V}{2d}, U = \epsilon_0 V^2 \frac{A}{4d}$</p>		
<div>4</div> <p>א. (1) איור א' - תנועה שוות תאוצה (תאוצה שלילית). איור ב' - תנועה קצובה בקו ישר. איור ג' - תנועה שוות תאוצה (תאוצה שלילית).</p> <p>(2) איור ב' - גודל המהירות קבוע, כיוון אינו משתנה. באיורים א'-ג' משתנים גם גודל וגם כיוון המהירות לאחר עצירת המטען השלילי.</p> <p>ב. (1) איור ד' - פרבולה (זריקה משופעת), איור ה' תנועה בורגית עם פסיעה קבועה, איור ו' - תנועה בורגית עם פסיעה קטנה.</p> <p>(2) $t = 2 \frac{\pi \cdot m_e}{B \cdot q_e \sin \alpha} = 2.38 \cdot 10^{-11} s$</p>		

מבחן מספר 5

1

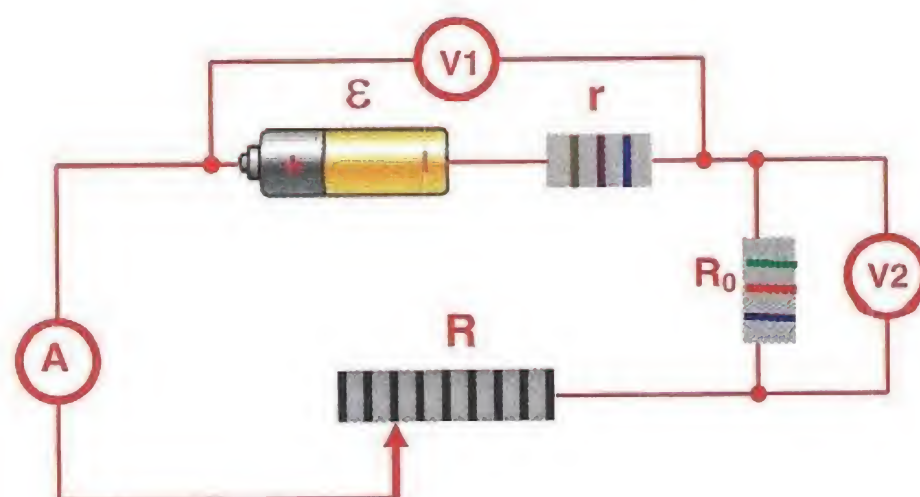
אלומת אלקטרונים נכנסת לתחום של קבל לוחות טעון דרך הלוח התחתון בו ישנם שני חורים, כשאחד משמש לכניסת האלקטרונים והשני ליציאתם. ידוע שהמרחק בין לוחות הקבל הוא 5 ס"מ. המתח שהאיץ את האלקטרונים 100V, והמתח בין לוחות הקבל 120V. זווית הכניסה היא 30° . (ראה תרשים)



- חשב מה היתה מהירות האלקטרונים ברגע כניסתם לשדה החשמלי. (6 נק')
- חשב מה היה המרחק המרבי של האלומה Y מהלוח התחתון. (5 נק')
- מהו המרחק בין החורים X, אם האלומה יצאה דרך החור השני? (5 נק')
- מה צריך להיות המתח המאיץ המרבי בכדי שהאלקטרון לא יפגע בלוח העליון? (האלומה נכנסת באותה הזווית) (8 נק')
- האלומה הראשונה נותנים להכנס הפעם בזווית של 60° :

- האם האלומה תפגע בלוח העליון?
אם לא – מה יהיה מרחקה ממנו. (5 נק')
- האם גם הפעם האלומה תצא דרך החור השני? הוכח את תשובתך.
(4 1/3 נק')

המעגל בתרשים כולל סוללה שהכא"מ שלה \mathcal{E} והתנגדות הפנימית r , נגד קבוע R_0 , נגד משתנה R ומכשירי מדידה אידיאליים.



בניסוי שערך תלמיד הוא שינה את התנגדות הנגד המשתנה R ומדד את הזרם במעגל ואת המתחים V_1 , V_2 .
תוצאות המדידות סוכמו בטבלה שלפניך:

$I(A)$	$V_1(V)$	$V_2(V)$
0.2	3.7	0.2
0.4	3.4	0.4
0.6	3.1	0.6
0.8	2.8	0.8
1.0	2.5	1.0

א. שרטט גרף של V_2 כפונקציה של I . איזה גודל מייצג שיפוע הגרף?
חשב אותו. (8 נק')

ב. שרטט גרף של V_1 כפונקציה של I .

- איזה גודל פיזיקלי מבטא שיפוע הגרף? (4 נק')
- איזה גודל פיזיקלי מבטא נקודת החיתוך עם הציר האנכי? (3 נק')
- איזה גודל פיזיקלי מבטא נקודת החיתוך עם הציר האופקי? (3 נק')

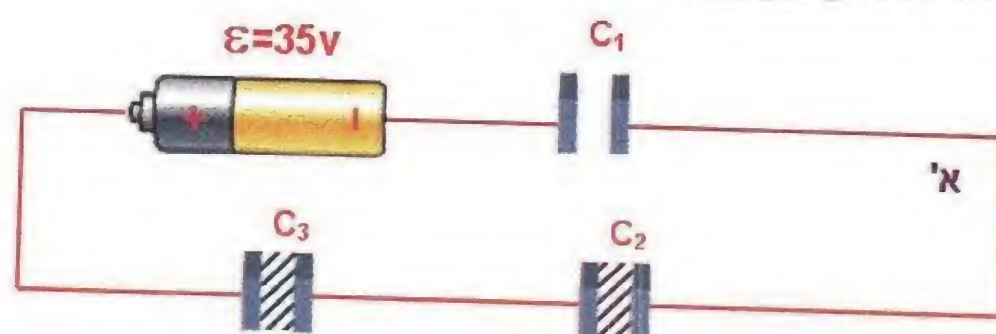
ג. קבע על פי הגרף את הכא"מ ואת התנגדות הפנימית של הסוללה.
הסבר כיצד חישבת אותם. (5 נק')

ד. במהלך הניסוי, כאשר הקטינו את התנגדות הנגד המשתנה R , האם כתוצאה מכך:

- המתח V_1 גדל או קטן? הסבר. (3 נק')
- ההספק המתפתח בנגד המשתנה R גדל או קטן? הסבר. (3 נק')

ה. חשב את ההפסק המתפתח בנגד המשתנה R , כאשר הזרם במעגל הוא $0.7A$.
(4½ נק')

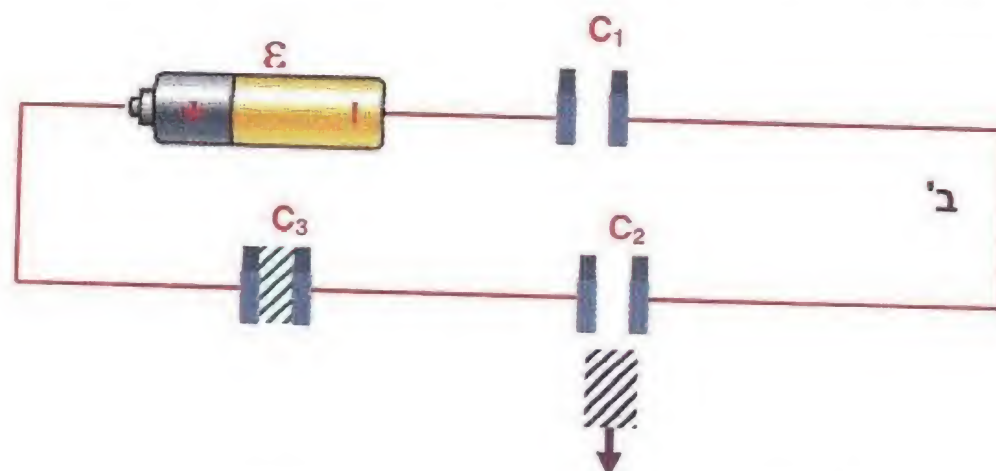
במעגל שמתואר בתרשים א', הקיבול של C_1 הוא $6\mu\text{F}$.
 בין הלוחות של C_2 נימצא חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_7=4$.
 הקיבול של C_2 עם החומר המבודד הוא $24\mu\text{F}$.
 בין הלוחות של C_3 נימצא חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_7=2$.
 הקיבול של C_3 עם החומר המבודד הוא $12\mu\text{F}$.



א. חשב את:

1. המתח על כל אחד משלושת הקבלים. (6 נק')
2. האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשלושת הקבלים הטעונים. (6 נק')

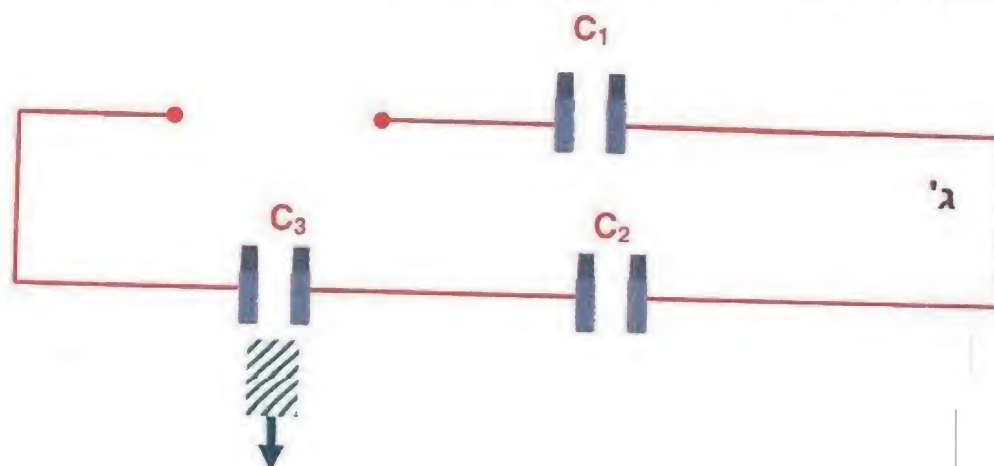
ב. מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_2 . (ראה תרשים ב')



חשב את:

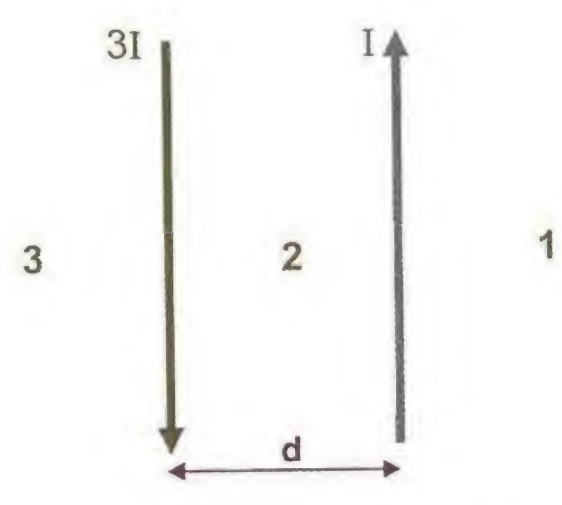
1. המתח על כל אחד מהקבלים במצב זה. (7 נק')
2. האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשלושת הקבלים הטעונים. (7 נק')

ג. לאחר הוצאת החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_2 , מנתקים את מקור המתח ואחר-כך מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_3 (ראה תרשים ג').
 חשב את המתח על כל אחד מהקבלים. (7 1/3 נק')

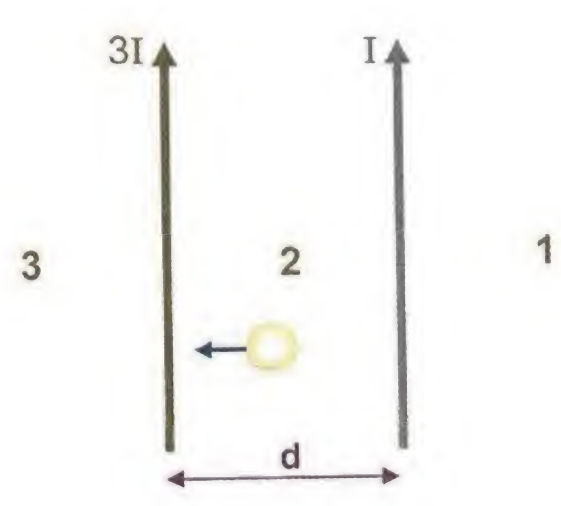


4

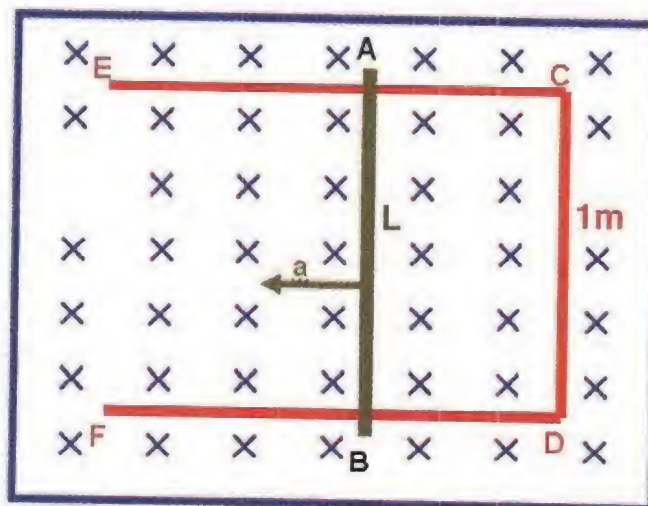
שני תיילים מוליכים ישרים ארוכים ומקבילים זה לזה נושאים זרמים I ו- $3I$ המרחק בין התיילים הוא d . הזרמים הם בכיוונים מנוגדים. (ראה תרשים א') במישור התיילים ובמקביל להם נימצא מיטען שלילי $-q$ במרחק z מהתייל בו זורם זרם של $3I$.



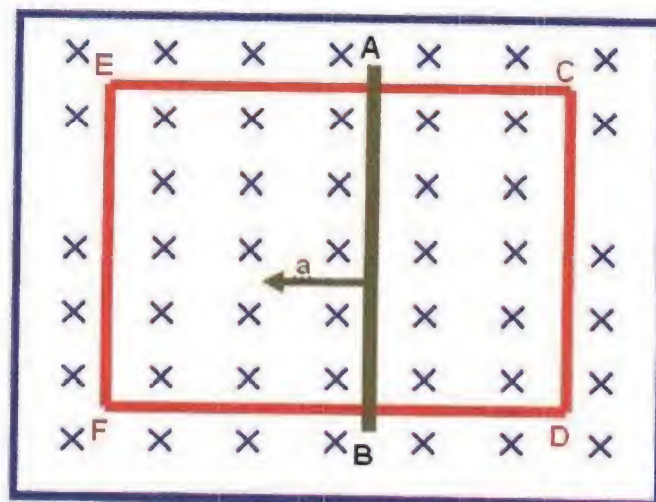
- א. מקנים למטען מהירות V בכיוון מעלה, והמטען אינו סוטה ממסלולו.
 1. באיזה אזור 1, 2 או 3 חייב המטען להימצא? נמק. (5 נק')
 2. האם מטען חיובי היה סוטה ממסלולו? נמק. (5 נק')
- ב. הופכים רק את כיוון הזרם בתייל בו זרם של $3I$, מקנים למטען מהירות V בכיוון מעלה ושוב, המטען אינו סוטה ממסלולו.
 1. באיזה אזור חייב המטען להימצא? נמק. (5 נק')
 2. חשב את המרחק z שהתקבל הפעם. (8 נק')
- ג. באמצע המרחק בין התיילים מקנים לחלקיק מהירות V לכיוון התייל בו זורם זרם של $3I$ ובמאונך לו. מהו הגודל ומה הכיוון של הכוח הפועל על החלקיק? נמק. (10 1/3 נק')



מסגרת CDEF מתייל מוליך נמצאת בשדה מגנטי אחיד $B=4T$, המאונך למישור המסגרת וכיוונו "לתוך הדף". על פני המסגרת נע מוט מוליך AB, שאורכו $L=1m$, בתנועה שוות תאוצה של $a=2m/sec^2$ בכיוון שמאלה החל מ-CD. (ראה תרשים)



- הבע את המתח המושרה במערכת כפונקציה של הזמן t . (4 נק')
- חשב את עוצמת הזרם הרגעית אחרי 2 שניות מתחילת התנועה, כאשר ההתנגדות ליחידת אורך של המסגרת ושל המוט היא $\lambda=0.2\Omega/m$ (12 נק')
- בין E ל-F מחברים מוליך זהה לזה שמחובר בין C ל-D ומתקבלת מסגרת מלבנית CDEF, $CE=DF=10m$.



משחררים שוב מוט זה מ-CD באותה התאוצה בכיוון שמאלה:

- ציין את כיוון הזרמים דרך AB, דרך CD ודרך EF. (6 נק')
- חשב את עוצמת הזרם הרגעית העוברת דרך המוט AB אחרי 2 שניות מתחילת התנועה ($\lambda=0.2\Omega/m$ של כל המוליכים). (7½ נק')

תשובות – מבחן מספר 5

1

- א. $5.93 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$
 ב. 0.0104 m
 ג. 0.072 m
 ד. 480 v
 ה. (1) $\Delta x = 0.0188 \text{ m}$, $Y_{\max} = 0.0312 < d$
 (2) כן.

3

- א. (1) $20 \text{ v}, 5 \text{ v}, 10 \text{ v}$
 (2) 2.1 mJ
 ב. (1) $14 \text{ v}, 14 \text{ v}, 7 \text{ v}$
 (2) 1.47 mJ
 ג. 14 v

4

- ב. (1) 1
 (2) לא
 ג. (1) 2
 (2) 0.25 d מהתייל הימני
 ד. כלפי מעלה, $F = 8qVl \cdot 10^{-7} / d$

2

- א. שיפוע שווה ל- $R_0 = 1 \Omega$
 ב. (1) r
 (2) ε
 (3) ε / r זרם הקצר.
 ג. $r = 1.5 \Omega$, $\varepsilon = 4 \text{ V}$
 ד. (1) קטן
 (2) גדל
 ה. 1.575 W

5

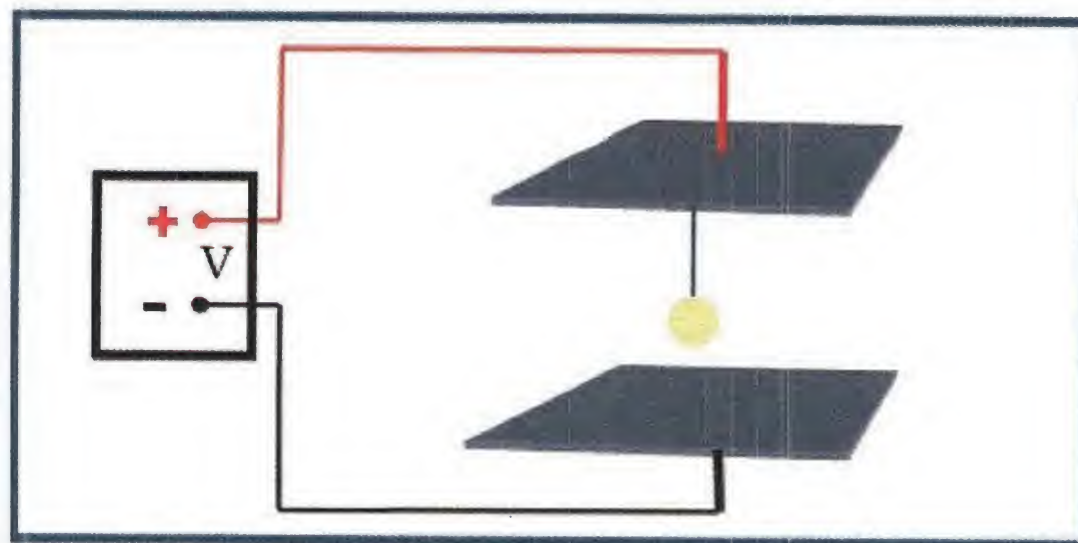
- א. $8t$
 ב. 8 A
 ג. (1) מ-A ל-B , מ-D ל-C , מ-F ל-E .
 (2) 12.66 A

מבחן מספר 6

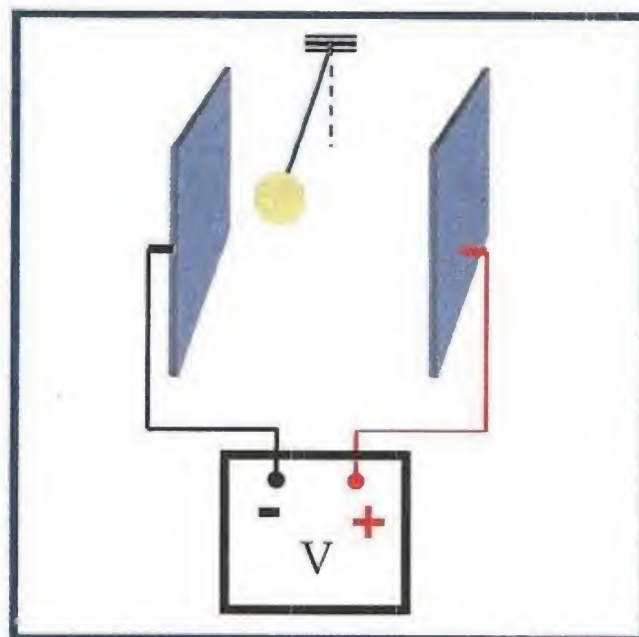
בין שני לוחות קבל, שהמרחק ביניהם d , תלוי חוט נילון שאורכו L . בקצה החוט קשור כדור מוליך קטן שמסתו m הטעון במיטען $+q$. מחברים את הלוחות ואת ספק המתח V . (ראה תרשים)

1

נתונים: q, g, m, L, d, V



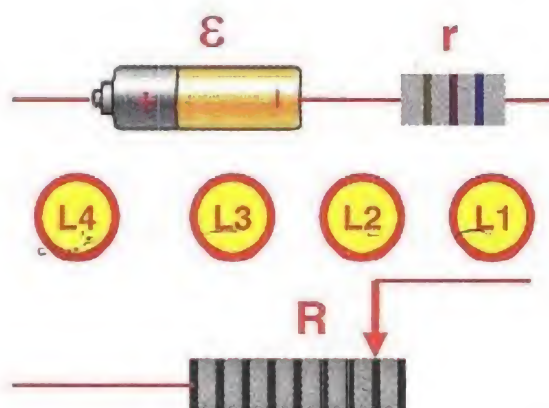
- בטא את המתיחות בחוט במצב שיווי משקל. (8 נק')
- ברגע מסוים החוט ניקרע. מצא את תאוצת הכדור (גודל וכיוון) מיד לאחר קריעת החוט. (8 נק')
- תולים את החוט עם הכדור כמתואר בשרטוט הבא. (יתר נתוני השאלה ללא שינוי)



- מהי זווית הסטיה α מהאנך? (10 נק')
- אם הכדור ניתק מהחוט, מה תהיה תאוצתו (גודל וכיוון) מיד לאחר הניתוק? (7½ נק')

2

לרשותך ארבע נורות של פנס כיס, סוללה, נגד משתנה ותיילים מוליכים.
על שתי הנורות הראשונות רשום $5V, 2W$ ועל האחרות רשום: $4V, 0.8W$.
כא"מ הסוללה $20V$ והתנגדותה הפנימית $r=2\Omega$.



א. האם ארבע הנורות יכולות לפעול בהתאם לרשום עליהן, כאשר הן מחוברות:

1. בטור זו לזו? נמק. (3 נק')

2. במקביל זו לזו? נמק. (3 נק')

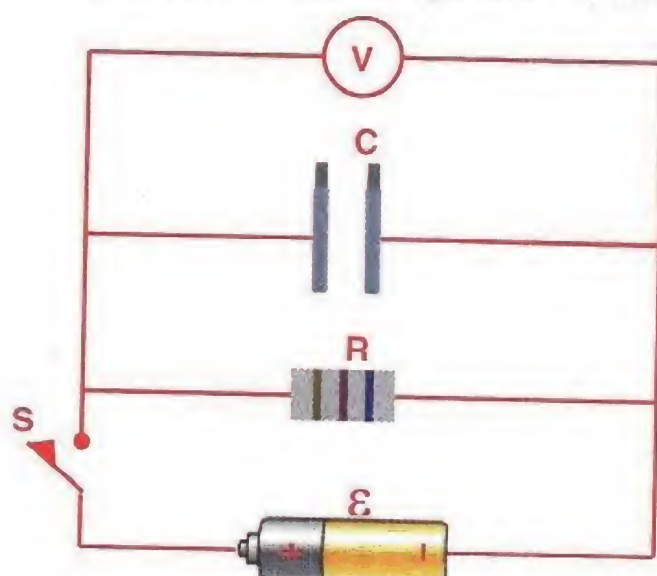
ב. תכנן מעגל חשמלי, ובו כל הרכיבים שלרשותך כך, שכל ארבע הנורות יאירו בהתאם לרשום עליהן. (12 נק')
שרטט את המעגל והסבר.

ג. חשב את התנגדות הנגד המשתנה במעגל שתכננת. (9 נק')

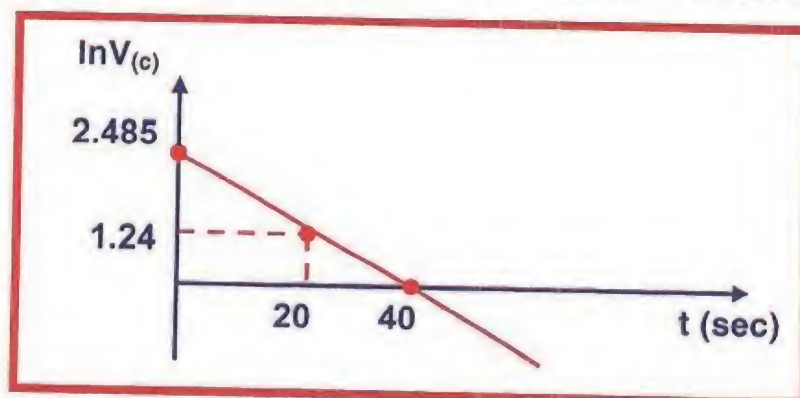
ד. במעגל שתכננת בסעיף ב' נשרפה נורה אחת של $0.8W$.
האם גם הנורה השניה של $0.8W$ תישרף?
(הנח שנורה נישרפת כאשר מיתחה גבוה מהרשום עליה). (6½ נק')

3

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי לפריקת קבל $C=5000\mu\text{F}$ דרך נגד R .
התנגדות המקור \mathcal{E} זניחה. S הוא מפסק סגור שנפתח ברגע $t=0$.



תלמיד מדד את המתח על הקבל V_C במעגל בזמנים שונים, החל מפתיחת המפסק.
על פי מידותיו שרטט התלמיד גרף של $\ln V_C$ כפונקציה של הזמן t .
המתח נמדד ביחידות V והזמן t בשניות.



א. כידוע: $I(t) = I_0 e^{-t/RC}$. בהסתמך על נוסחה זו, הסבר מדוע המתח בין לוחות הקבל
בשעת פריקתו משתנה עם הזמן לפי הנוסחה: $V(t) = V_0 e^{-t/RC}$. (9 נק')

חשב בעזרת הגרף את:

ב. המתח על הקבל ברגע פתיחת המפסק. (5 נק')

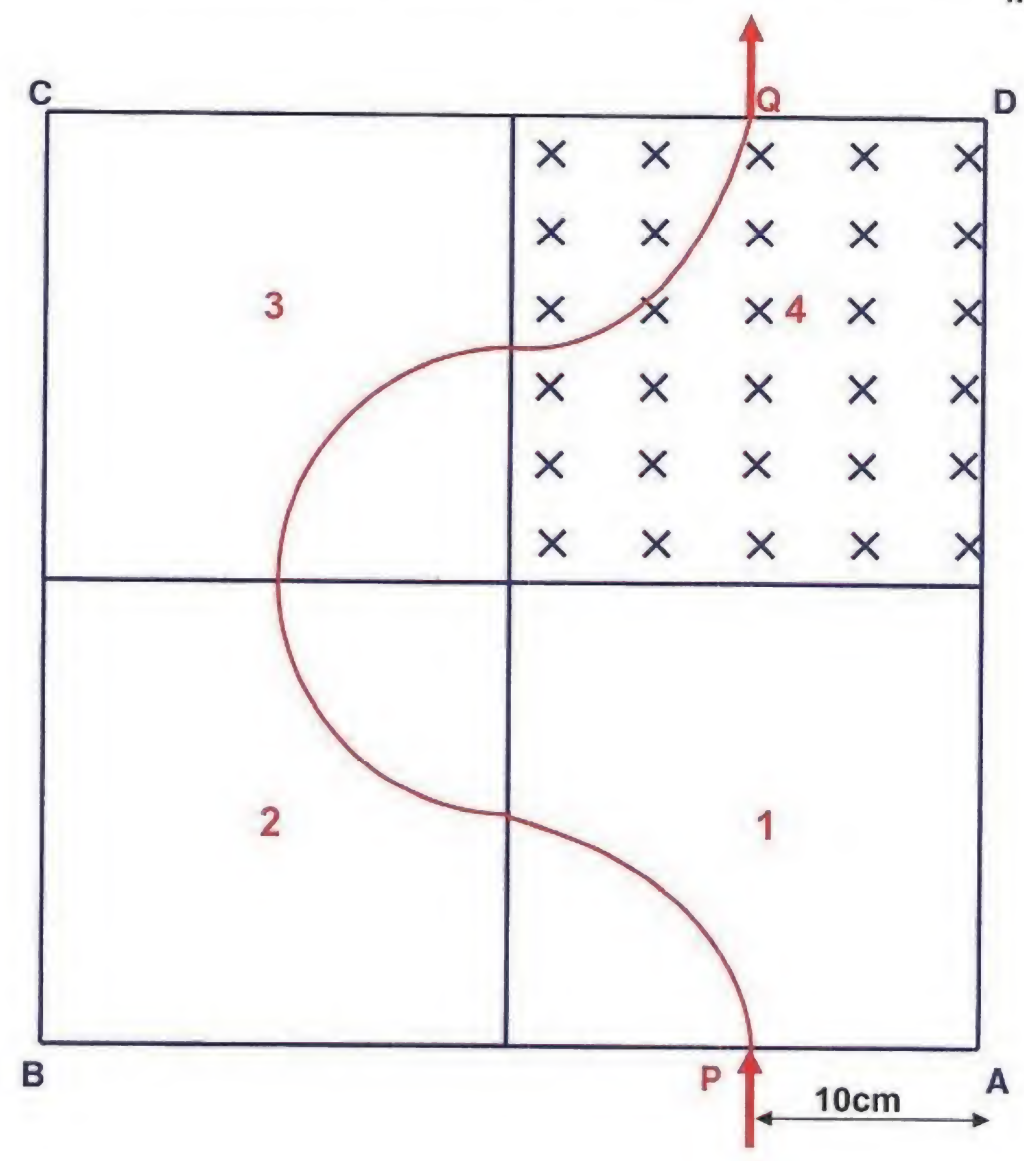
ג. התנגדות הנגד R . (5 נק')

ד. הזרם במעגל: (1) ברגע פתיחת המפסק. (2) ברגע $t=20\text{sec}$. (8 נק')

ה. מחליפים את הקבל C בקבל אחר שקיבולו קטן יותר וחוזרים על הניסוי. האם
המטען הכולל של הקבל גדל, קטן או נשאר ללא שינוי? נמק. (6 1/3 נק')

4

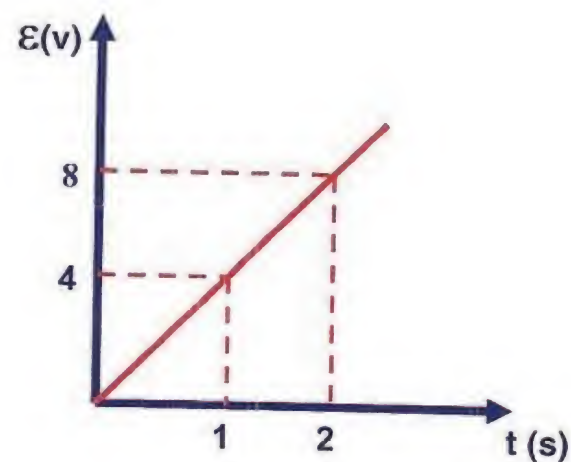
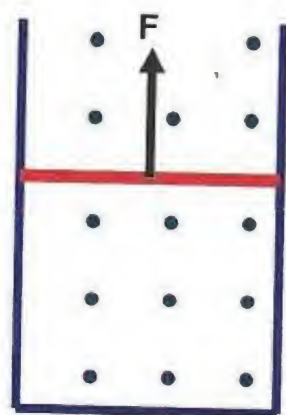
נתונים 4 אזורים זהים שמימדיהם 20X20 ס"מ. בכל אזור שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $B=8T$, וכיוונו ניצב למישור ABCD. בנקודה P נכנס בכיוון ניצב לשדה חלקיק שגודל מהירותו $V=1.5 \cdot 10^7 m/sec$, ומסתו $m=6.6 \cdot 10^{-27} (kg)$. החלקיק יוצא מנקודה Q, לאחר שעובר את המסלול המתואר בתרשים. ידוע שבאזור 4 שורר שדה מגנטי הנכנס אל הדף, ולכל אזור הוא נכנס בכיוון ניצב לשדה.



- א. האם החלקיק חיובי או שלילי? נמק. (5 נק')
- ב. העתק את התרשים למחברת וציין את כיווני השדות המגנטיים בשלושת האזורים 1, 2, 3 (סמן X עבור שדה הנכנס אל הדף וסמן • עבור שדה היוצא מהדף). הסבר כיצד קבעת את הכיוונים. (12 נק')
- ג. חשב את גודל מטענו של החלקיק. (8 נק')
- ד. חשב את פרק הזמן שעבר מרגע הכניסה של החלקיק לאזור 1 עד רגע צאתו מאזור 4. (8 1/3 נק')

5

מוט מוליך שהתנגדותו R , אורכו l ומסתו m מורם כלפי מעלה בתאוצה קבועה ע"י כוח חיצוני F . המוט נימצא במגע עם תיל מתכתי ארוך מאוד וחסר התנגדות, שקופל בזווית ישרה בנקודות A ו-B. המערכת מוצבת במישור אנכי, ושדה מגנטי אופקי אחיד B פועל בניצב למישור זה, כמתואר בתרשים.



נתונים: $m=0.5\text{kg}$, $l=0.6\text{m}$, $B=0.8\text{T}$, $R=2\Omega$. הכא"מ המושרה הנוצר במוט כפונקציה של הזמן מתואר בגרף.

- חשב את מהירות המוט ואת תאוצתו ברגע $t=2\text{s}$. (6 נק')
- האם הכוח הגורר F גדל, קטן או אינו משתנה במהלך תנועת המוט בתאוצה קבועה כלפי מעלה? נמק. (5 1/3 נק')
- שרטט את הכוחות הפועלים על המוט. רשום את משוואת התנועה, ומצא את ערכו של F ברגע $t=2\text{s}$. (10 נק')
- מהי עוצמת הזרם ומהו כיוונו ברגע $t=2\text{s}$? (6 נק')
- נמק איזה משפט מתאר נכון את שיתרחש כאשר הכוח F יחדל לפעול:
 - הזרם יקטן עד שיתאפס ואח"כ לא יזרום זרם.
 - הזרם יקטן עד שיתאפס ואח"כ יזרום בכיוון ההפוך.
 - לא יזרום זרם דרך המוט.
 - עוצמת הזרם לא תשתנה. (6 נק')

תשובות – מבחן מספר 6

1

א. $T = mg + \frac{V}{d}q$

ב. $a = g + \frac{Vq}{dm}$

ג. $\tan \alpha = \frac{Vq}{mdg}$

ד. $a_x = \frac{Vq}{md}$; $a_y = g$; $a = \sqrt{g^2 + \left(\frac{Vq}{md}\right)^2}$; $\tan \beta = \frac{mg}{Vq}d$

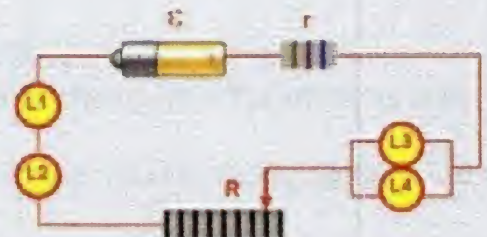
2

א. (1) לא. זרם שונה.
(2) לא.

ב. $I_{3,4} = 0.5 I_{1,2}$

ג. 13Ω

ד. כן.



4

א. חיובי.

ב. 1- פנימה, 2,3 – החוצה.

ג. $1.23 \cdot 10^{-19}C$

ד. $4.188 \cdot 10^{-8}s$

3

א. הוכחה.

ב. 12V

ג. $3.226k\Omega$

ד. $3.72mA(1)$

ה. $1.076mA(2)$ קטן.

5

א. $V = 16.7 m/s$

ב. גדל.

ג. $F = 11.08N$

ד. $I = 4A$

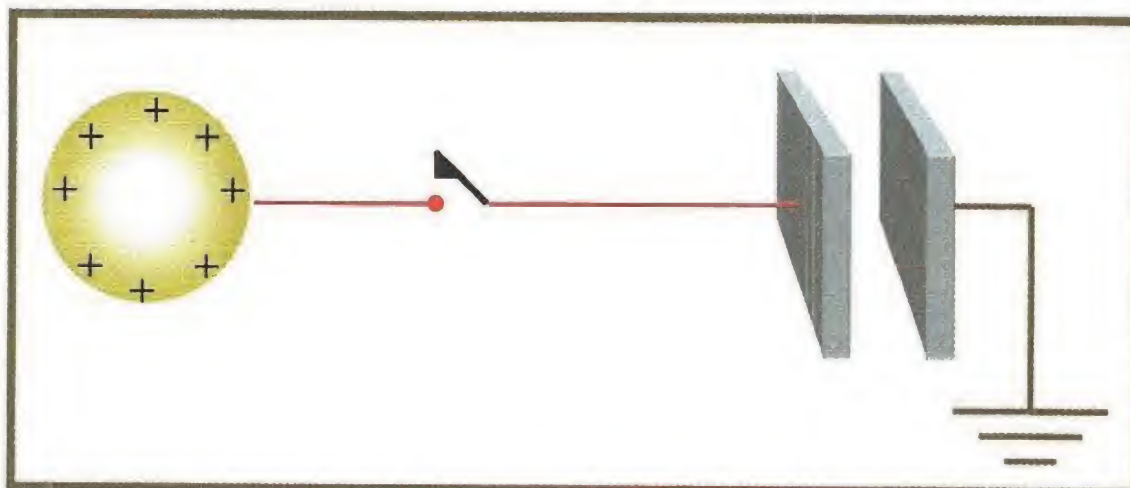
ה. 2

א. $a = 8.3 m/s^2$

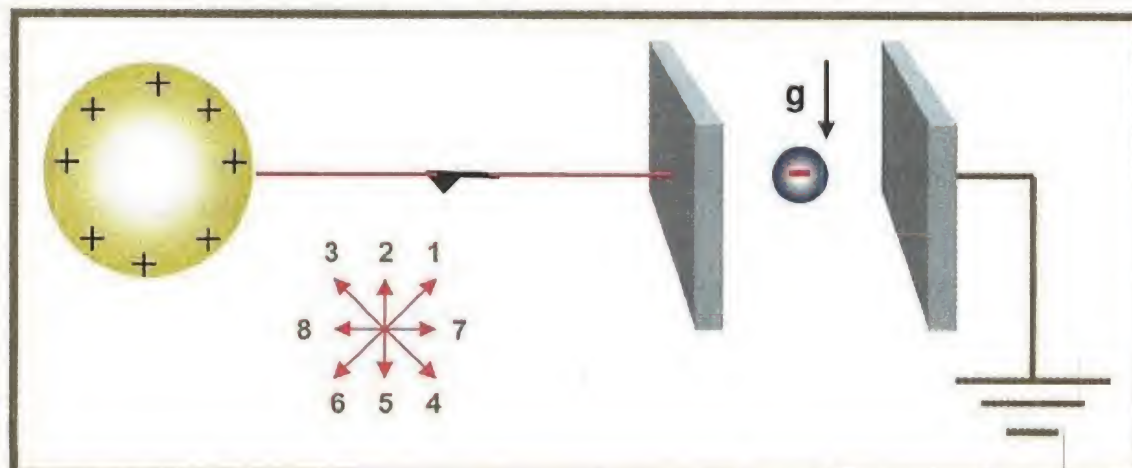
מבחן מספר 7

נתון כדור מוליך שרדיוסו R הטעון במטען $+Q$. מחברים את הכדור באמצעות תיל מוליך דק ארוך מאד, שהתנגדותו זניחה, עם אחד מלוחות קבל, ששטח כל אחד מהלוחות A והמרחק ביניהם d . הלוח השני של הקבל מוארק.

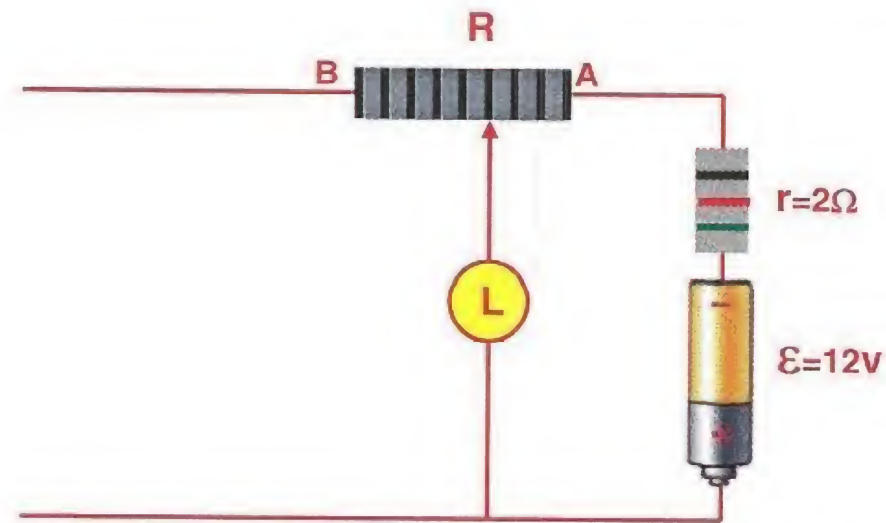
נתונים: R, Q, ϵ_0, d, A .



- א. מצא את המטען על הקבל לאחר סגירת המפסק, כשהמערכת התייצבה. (8 נק')
 - ב. מה הפרש הפוטנציאל בין לוחות הקבל? (5 נק')
 - ג. מה השינוי באנרגיה החשמלית של המערכת בעקבות חיבור הכדור לקבל? ($5\frac{1}{3}$ נק')
 - ד. מקרבים את הלוחות למרחק $d/2$ (כשהמפסק סגור).
1. מהו המטען על הכדור ומהו המטען על הקבל בעקבות קירוב הלוחות? נמק. (4 נק')
 2. האם חל שינוי באנרגיה החשמלית של המערכת בעקבות קירוב הלוחות? נמק. (4 נק')
- ה. כשהמפסק סגור משחררים ממנוחה מטען $-q$ בין הלוחות. (ראה תרשים) איזה חץ מתאר את כיוון תנועת החלקיק בין הלוחות? איזה חץ מתאר את כיוון השדה החשמלי? איזה חץ מתאר את כיוון פעולת הכוח החשמלי על המטען? (6 נק')

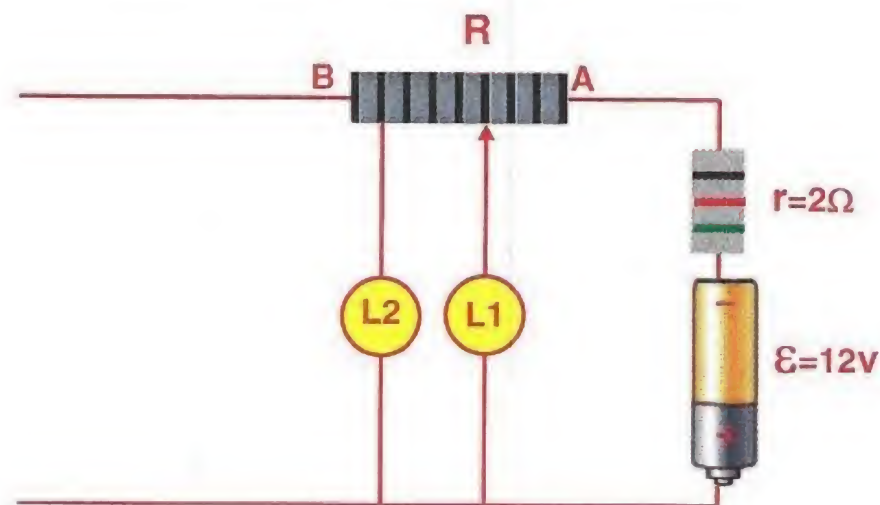


אל מקור מתח בעל כ"מ $\mathcal{E}=12\text{V}$ והתנגדות פנימית $r=2\Omega$ חובר בטור נגד משתנה בעל
מגע נייד ונורה בעלת התנגדות של $R_N=10\Omega$.
הנגד המשתנה מכוון להתנגדות של $R=12\Omega$. (ראה תרשים)



א. מהי עוצמת הזרם דרך הנורה? (8 נק')

ב. מוסיפים למעגל בחיבור מקביל נורה שניה השווה לראשונה, ומכוונים את הנגד המשתנה כך, שעוצמת הזרם דרך הנורה הראשונה לא תשתנה.



1. לאיזה כיוון (A או B) יש להזיז את המגע הנייד לשם כך? נמק. (4 נק')

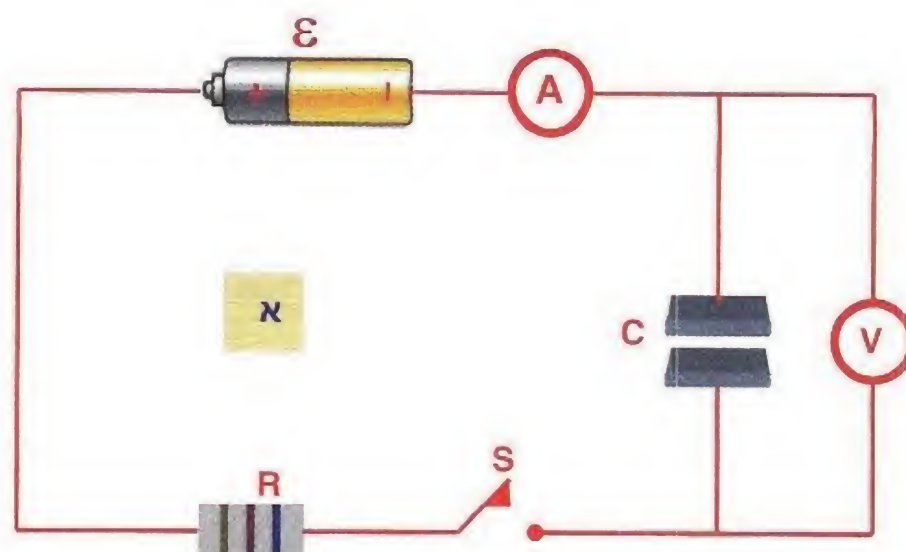
2. לאיזו התנגדות יש לכוון את הנגד המשתנה? (6 נק')

ג. כמה נורות שוות לכל היותר אפשר לחבר במקביל למעגל (נתוני המקור והנורות בלא שינוי)? (8 נק')

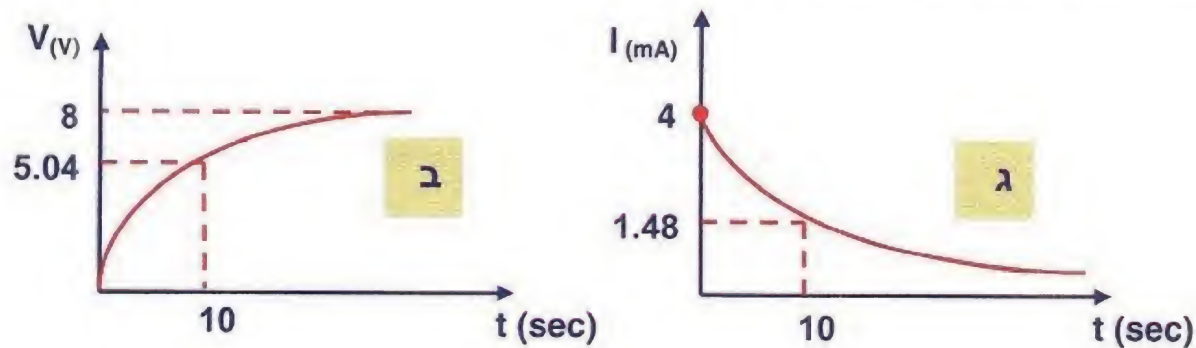
ד. מהו מתח הדקי המקור ומהו המתח על כל נורה, כאשר מחוברות במקביל המספר המרבי של הנורות האפשרי? (5½ נק')

3

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי המאפשר טעינת קבל. המעגל החשמלי כולל: מפסק S, מכשירי מדידה אידיאליים, מקור כ"מ \mathcal{E} שהתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה, נגד R, וקבל C. ברגע $t=0$ סגרו את המפסק S.



תוצאות המדידה מתוארות בתרשים ב' ובתרשים ג'.



א. השתמש בתרשים ב' ובתרשים ג' לחשב את הגדלים הבאים:

1. הזרם החשמלי ברגע $t=0$. (3 נק')
2. הכ"מ של הסוללה. (3 נק')
3. התנגדות הנגד R. (3 נק')
4. קבוע הזמן t. (3 נק')
5. קיבול הקבל. (3 נק')
6. מיטען הקבל לאחר שהוא ניטען סופית. (3 נק')

ב. אילו הטעינה היתה נעשית דרך נגד בעל התנגדות גדולה מ-R, האם האנרגיה החשמלית האגורה בקבל תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5 1/3 נק')

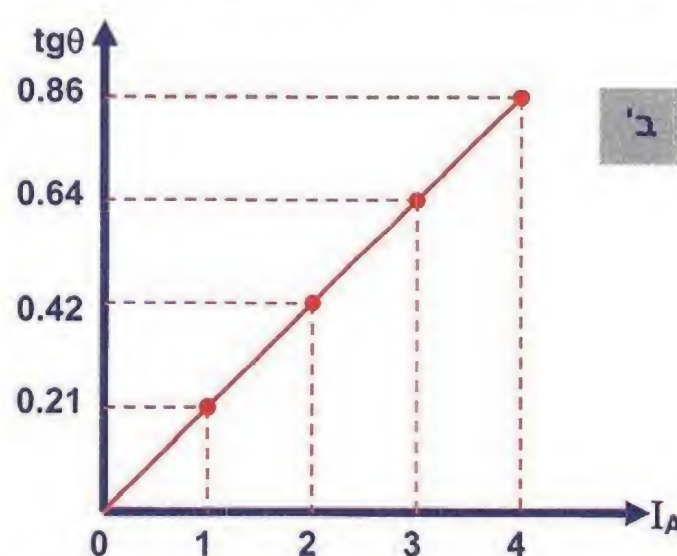
ג. מחליפים את הקבל C בקבל שקיבולו גדול יותר וחוזרים על הניסוי. קבע לגבי כל אחד מהגדלים הבאים אם הוא גדל, קטן או אינו משתנה? הסבר. (10 נק')

1. קבוע הזמן.
2. המתח הסופי בין לוחות הקבל.
3. האנרגיה החשמלית האגורה בקבל.
4. מטען הקבל.

מצפן מונח על שולחן אופקי. בגובה h קבוע, $h=0.04\text{m}$, מעל מחט המצפן נמצא תיל ישר וארוך מאד, המקביל למחט המצפן (ראה תרשים א').



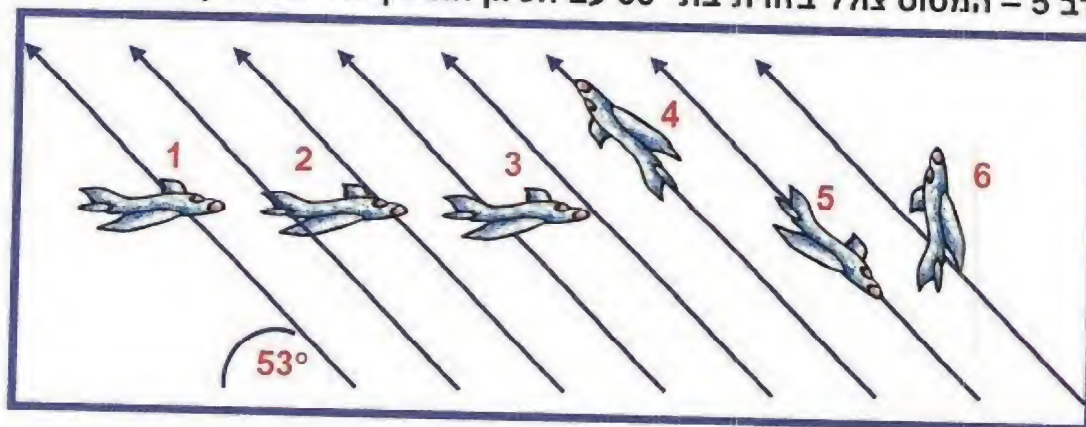
כאשר מזרימים זרם I דרך התיל, סוטה מחט המצפן בזווית θ . משנים את הזרם I ומודדים את הזווית θ . תלמיד שרטט על פי ממצאי הניסוי גרף של $\text{tg } \theta$ כפונקציה של I כמתואר בתרשים ב'.



- פתח ביטוי ל- $\text{tg } \theta$ כפונקציה של I , וחשב בעזרת הגרף את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור-הארץ. (14 נק')
- שרטט את מחט המצפן ואת הכיוונים של כל אחד מהשדות המגנטיים הפועלים עליה. סמן בשרטוט את הזווית θ . (6 נק')
- מה צריך להיות ערכו של I בכדי שמחט המצפן תסטה בזווית $\theta=45^\circ$? (5 נק')
- מותחים במקביל לתיל העליון במרחק 0.04m מתחת למצפן תיל שני ארוך מאד. אם בתיל העליון זרם של $2A$ (כמתואר בתרשים ג'), מהו הזרם (גודל וכיוון) בתיל התחתון שיגרום:
 - לכך שמחט המצפן לא תסטה ($\theta=0^\circ$)? (3 נק')
 - שמחט המצפן תסטה בזווית של 45° ? (5 1/2 נק')

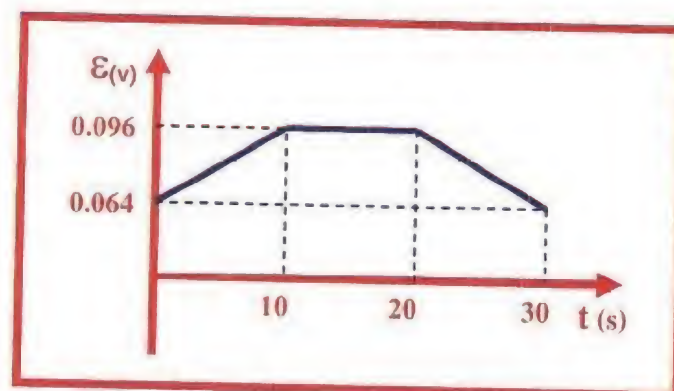


מטוס טס באזור מסוים של כדור הארץ בו שורר שדה מגנטי, שכיוונו יוצר זווית בת 53° עם הכיוון האופקי, כמתואר בתרשים.
 המטוס טס באזור זה בטיסה בת חמישה שלבים:
 שלב 1 - המטוס מאיץ בטיסה אופקית וישרה.
 שלב 2 - המטוס טס במהירות קבועה.
 שלב 3 - המטוס מאט.
 שלב 4 - המטוס נוסק בזווית בת 53° עם הכיוון האופקי ובמהירות קבועה.
 שלב 5 - המטוס צולל בזווית בת 53° עם הכיוון האופקי ובמהירות קבועה.



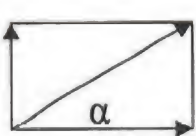
המטוס עשוי מחומר מוליך. כנפי המטוס מאונכות לאף המטוס והמרחק בין קצותיהן 20m .

- א. באילו מהשלבים לא נוצר כ"מ בין קצות הכנפיים? נמק. (6 נק')
- ב. באילו שלבים לא עובר זרם דרך כנפי המטוס? נמק. (6 נק')
- הגרף שלפניך מתאר את הכ"מ המושרה שבין קצות הכנפיים בשלושת השלבים הראשונים של התנועה:



- ג. חשב את עוצמתו של השדה המגנטי באזור זה של כדור הארץ, אם ידוע שמהירות המטוס באזור 2 היתה 120m/sec . (8 נק')
- ד. בשלבים בהם נוצר כ"מ, איזה קצה של הכנפיים טעון במיטען שלילי? נמק. (6 נק')
- ה. אם המטוס ינסוק אנכית במהירות קבועה (ראה שלב 6 בתרשים), האם ייוצר כ"מ מושרה בין קצות כנפיו? אם כן – במה תלוי גודלו? (7½ נק')

תשובות - מבחן מספר 7

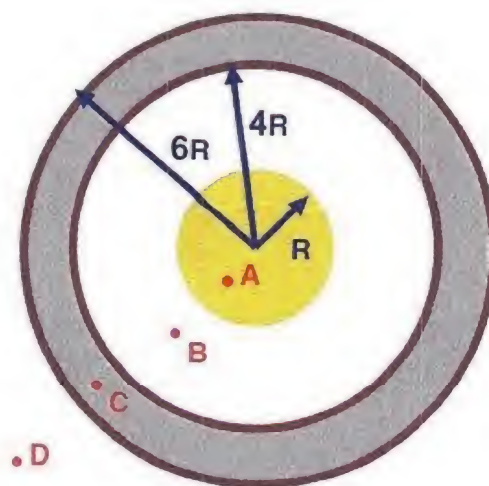
1	<p>א. $q = \frac{QA}{A + 4\pi R d}$</p> <p>ב. $\frac{Qd}{\epsilon_0(A + 4\pi R d)}$</p> <p>ג. האנרגיה החשמלית קטנה.</p> <p>ד. (1)</p> <p>$q' = \frac{QA}{A + 2\pi R d}$</p> <p>(2) כן. מתבצעת עבודה.</p> <p>ה. מהירות-6 ; שדה-7 ; כוח-8.</p>
2	<p>א. 0.5A</p> <p>ב. 1. A-ל (זרם כללי צריך לגדול).</p> <p>2. 5Ω</p> <p>ג. 7</p> <p>ד. 5V</p>
3	<p>א. 1. 4mA</p> <p>2. 8V</p> <p>3. 2kΩ</p> <p>4. 10s</p> <p>5. 5mF</p> <p>6. 0.04C</p> <p>ג. לא תשתנה</p> <p>ב. 1. גדל</p> <p>2. לא משתנה</p> <p>3. גדל</p> <p>4. גדל</p>
4	<p>א. </p> <p>ב. $2.325 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, $\tan \theta = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{h B_{\perp}}$</p> <p>ג. $I = 4.64 \text{ A}$</p> <p>ד. (1) 2A ימינה</p> <p>(2) 2.64A שמאלה</p>
5	<p>א. 5,4</p> <p>ב. 5,4,2</p> <p>ג. $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$</p> <p>ד. קצה רחוק</p> <p>ה. כן, בזווית</p>

מבחן מספר 8

כדור מוליך שרדיוסו R טעון בצפיפות מיטען משטחית $+\sigma$.
הכדור מוקף בקליפה כדורית ניטרלית, שרדיוסה הפנימי $4R$ ורדיוסה החיצוני $6R$.

1

נתונים: ϵ_0, σ, R



א. תאר את חלוקת המיטען על שפות הקליפה המוליכה. (5 נק')

ב. בטא את השדה החשמלי בנקודות: A, B, C, D. (8 נק')

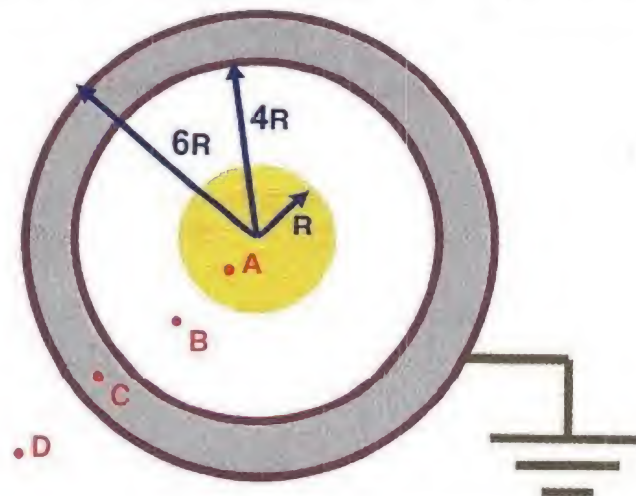
ג. מהו הפוטנציאל החשמלי:

1. על פני הכדור?

2. על פני השפה הפנימית של הקליפה?

3. על פני השפה החיצונית של הקליפה? (6 נק')

ד. מאריקים את הקליפה וממתינים להתייצבות המערכת:



1. תאר את חלוקת המיטען החדשה על שפות הקליפה.

2. באיזו נקודה או נקודות (A, B, C, D) עוצמת השדה החשמלי תשתנה? נמק.

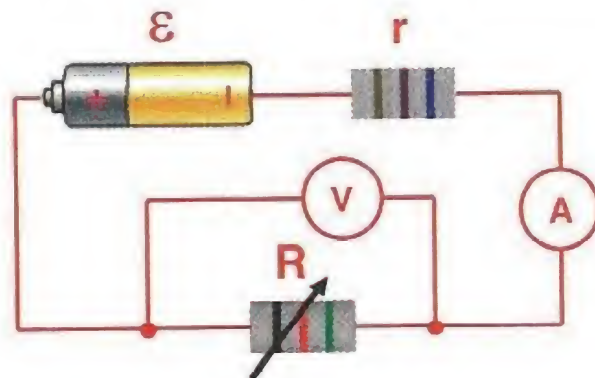
3. מהו הפוטנציאל החדש: א. על פני הכדור?

ב. על פני השפה הפנימית של הקליפה? (8 נק')

ה. מה העבודה בהעברת מטען $-q$ מפני הכדור אל הקליפה המוארקת? ($6\frac{1}{3}$ נק')

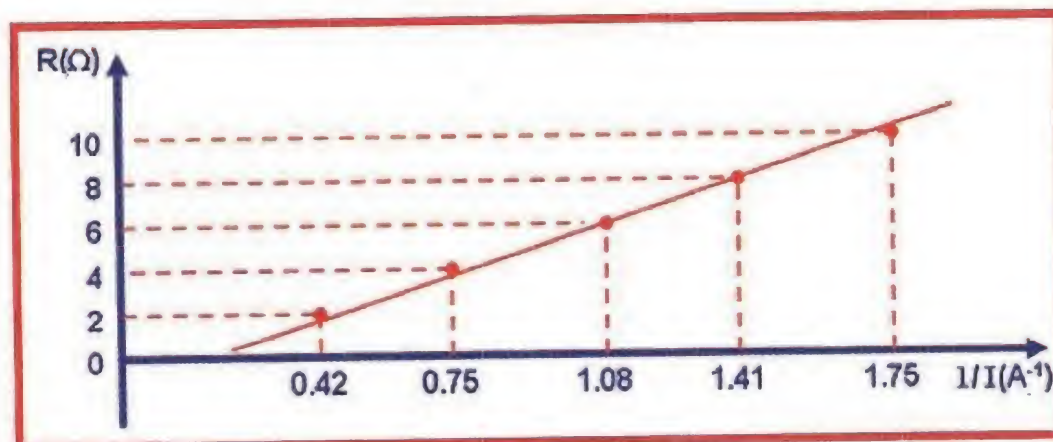
2

המעגל החשמלי המתואר בתרשים, כולל מקור מתח ישר \mathcal{E} , מד-מתח, מד-זרם, ונגד משתנה שאת התנגדותו ניתן לשנות בטווח שבין 0 ל- 10Ω . הנח שמכשירי המדידה הם אידיאליים.



משנים פעמים אחדות את התנגדות R של הנגד המשתנה, ובאמצעות מכשירי המדידה מוצאים בכל פעם את עוצמת הזרם I ואת המתח V , ומחשבים את ההתנגדות המתאימה של R של הנגד המשתנה.

הגרף שלפניך מתאר את R כפונקציה של $1/I$.



א. מבלי להסתמך על ממצאי הניסוי פתח את הקשר בין R לבין $1/I$ והראה שהוא קו ישר שאינו עובר דרך ראשית הצירים. (8 נק')

ב. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הגרף, ומהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך עם הציר האנכי? (6 נק')

ג. העזר בגרף ומצא את:

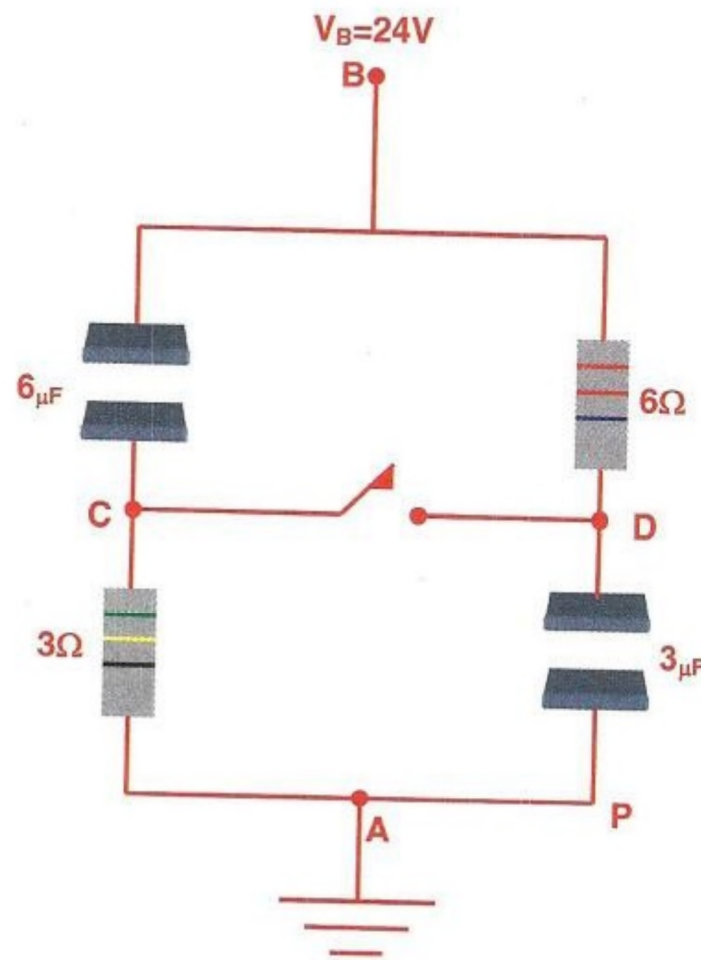
1. הכא"מ של מקור המתח. (3 נק')
2. ההתנגדות הפנימית של מקור המתח. (3 נק')
3. עצמת הזרם בו מתפתח ההספק המרבי בנגד המשתנה. (3 נק')
4. נצילות המעגל החשמלי כאשר הזרם הוא הזרם המירבי. (3 נק')

ד. 1. שרטט גרף של V המתח על הנגד המשתנה כפונקציה של הזרם I . (4 נק')

2. מה המשמעות של שיפוע הגרף ושל נקודת החיתוך עם הציר האנכי? (3% נק')

נתון המעגל החשמלי המופיע בתרשים.
 הנקודה A מוארקת, והנקודה B מוחזקת בפוטנציאל של 24V.

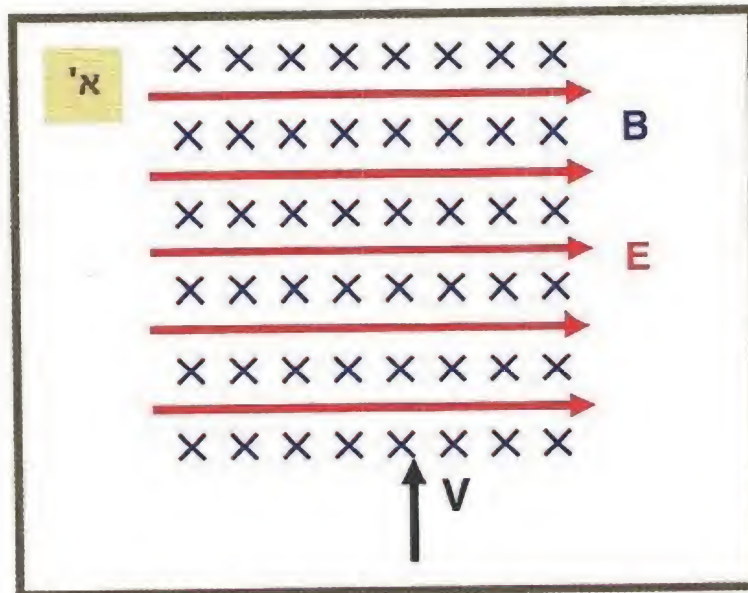
3



- א. מהו הפוטנציאל בנקודה C ובנקודה D כשהמפסק פתוח? (7 נק')
- ב. מהו הפוטנציאל בנקודה C ובנקודה D כשהמפסק סגור? (7 נק')
- ג. מהו המטען על כל אחד מהקבלים:
 1. כשהמפסק פתוח? (7 נק')
 2. כשהמפסק סגור? (7 נק')
- ד. חשב את כמות המטען שחלפה דרך הנקודה P בעקבות סגירת המפסק. (5 1/3 נק')

4

אלומת פרוטונים בעלת אנרגיה של 1.2 MeV נעה במהירות קבועה ובלי סטייה במאונך לקווי השדה של שדה חשמלי אחיד, המאונך לשדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B=0.02(T)$. (ראה תרשים א')

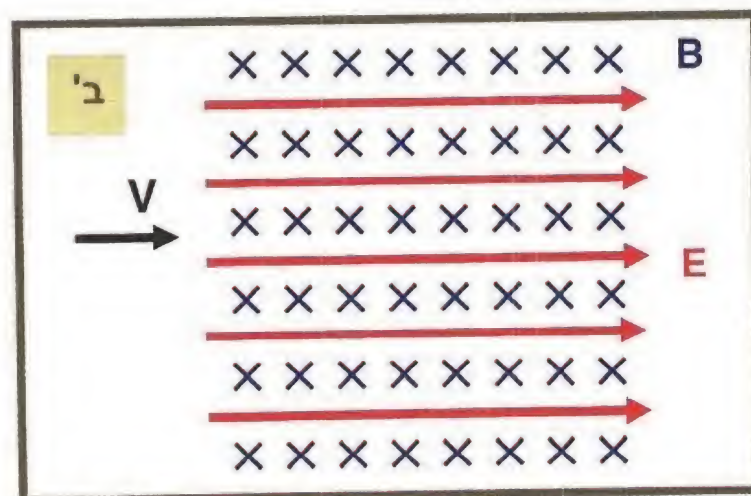


- חשב את מהירות הפרוטונים. (6 נק')
- חשב את המתח שהיה דרוש כדי להאיץ את הפרוטונים למהירותם זו לפני כניסתם לשני השדות. (6 נק')
- חשב מהי עוצמת השדה החשמלי. (6 נק')
- שרטט את הכיוון של הכוחות, שמפעיל כל אחד מהשדות על הפרוטונים.
- שרטט כיצד יראה מסלול התנועה של הפרוטונים אם מבטלים:

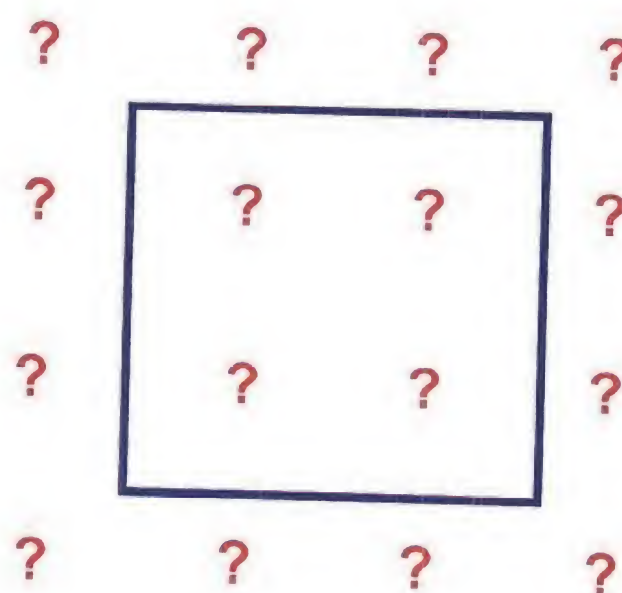
1. רק את השדה החשמלי. (4 נק')

2. רק את השדה המגנטי. (4 נק')

- תאר את תנועת הפרוטונים, אם הם היו נכנסים באותה המהירות אך בכיוון המתואר בתרשים ב'. (3½ נק')



בשדה מגנטי המשתנה בזמן נימצא ריבוע העשוי מתיל מוליך, שאורכו $L=0.4(m)$ ובעל התנגדות ליחידת אורך $(\Omega / m) = 2 \lambda$.
 השדה המגנטי מכוון בניצב למישור הריבוע, והוא מתחיל לדעוך בקצב אחיד של 0.8 (T/S) מערך התחלתי של $4T$. כיוון השדה אינו ידוע.



- א. מהו גודלו של הכא"מ המושרה שנוצר בזמן דעיכת השדה? (8 נק')
- ב. מהו הזרם המושרה במסגרת במשך כל תהליך דעיכת השדה המגנטי? (8 נק')
- ג. אם הזרם המושרה הוא בכוון השעון, מהו כווננו של השדה המגנטי? נמק. (5 נק')
- ד. במשך כל תהליך דעיכת השדה המגנטי, מהי כמות המטען, שעברה דרך חתך כלשהו של התיל? (6 נק')
- ה. אילו קצב דעיכת השדה המגנטי היה גדול פי 2 (יתר נתוני השאלה בלא שינוי), האם הערכים של הכא"מ המושרה, הזרם המושרה והמטען שעבר היו זהים לאלה שחשבת בסעיפים הקודמים? נמק. (6 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 8

1

- א. כדור: $q = \sigma 4\pi R^2$, על שפה פנימית: $q = -\sigma 4\pi R^2$,
 על שפה חיצונית: $q = \sigma 4\pi R^2$
- ב. $E_D = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}$, $E_C = 0$, $E_B = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}$, $E_A = 0$
- ג. $V = \frac{\sigma R}{6\epsilon_0}$, $V = \frac{11\sigma R}{12\epsilon_0}$
- ד. (1) $-4\pi\sigma R^2$, על קליפה פנימית. על קליפה חיצונית 0.
- (2) רק בנקודה D.
- (3) על פני הכדור - $\frac{3\sigma R}{4\epsilon_0}$, על פני שפה פנימית 0.
- ה) $\frac{3\sigma R}{4\epsilon_0} q$

2

- א) $R = \frac{1}{\epsilon} - r$
- ב) השיפוע - ϵ , החיתוך - r
- ג) (1) 6V
 (2) 0.5Ω
 (3) 6A
 (4) 50%
- ד) (2) שיפוע = r
 נקודת חיתוך = ϵ

3

- א. $V_D = 24V$, $V_C = 0V$
 ב. $V_C = V_D = 8V$
 ג. 1. $Q_1 = 144\mu C$, $Q_2 = 72\mu C$
 2. $Q_1 = 96\mu C$, $Q_2 = 24\mu C$
 ד. $U = 120\mu C$

4

- א. $1.5 \cdot 10^7 m/s$
 ב. $1.2 \cdot 10^6 V$
 ג. $3 \cdot 10^5 V/m$
 ד. F_B שמאלה, F_E - ימינה.
 ה. (1) תנועה מעגלית בכיוון שמאלה.
 (2) חלק מפרבולה (דומה לזריקה אופקית) בכיוון ימינה.
 ו. לולאה עם פסיעה גדלה.

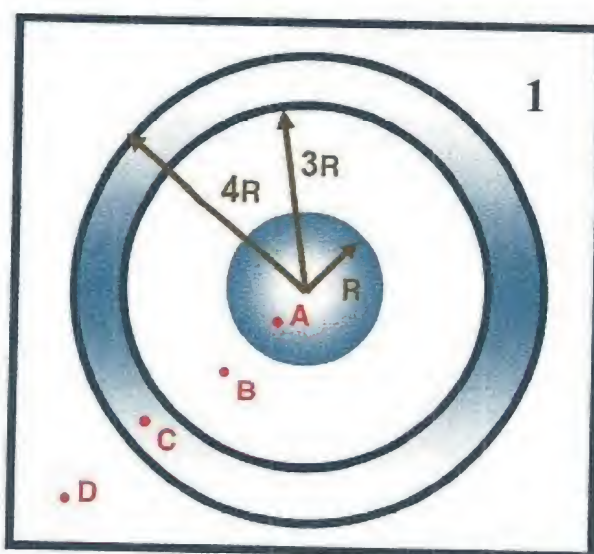
5

- א. $\epsilon = 0.128v$
 ב. 0.04A
 ג. פנימה
 ד. 0.2C
 ה. כא"מ וזרם גדלים פי 2, המיטען זהה.

מבחן מספר 9

כדור מוליך שרדיוסו R ומטענו $+Q$ מוקף ע"י קליפה כדורית מוליכה עבה, בעלת מרכז משותף לכדור, שרדיוסה הפנימי $3R$ ורדיוסה החיצוני $4R$. את הקליפה העבה טוענים במטען של $-4Q$. (ראה תרשים 1)
נתונים: R, Q, K

1



א. תאר את חלוקה המטען על שפות המוליכים של המערכת. (5 נק')

ב. מהו הפוטנציאל החשמלי:

1. על פני הכדור הפנימי? (3 נק')
2. על הקליפה העבה? (3 נק')
3. בנקודה B הנמצאת במרחק $2R$ ממרכז המערכת? (3 נק')
4. בנקודה D הנמצאת במרחק $5R$ ממרכז המערכת? (3 נק')

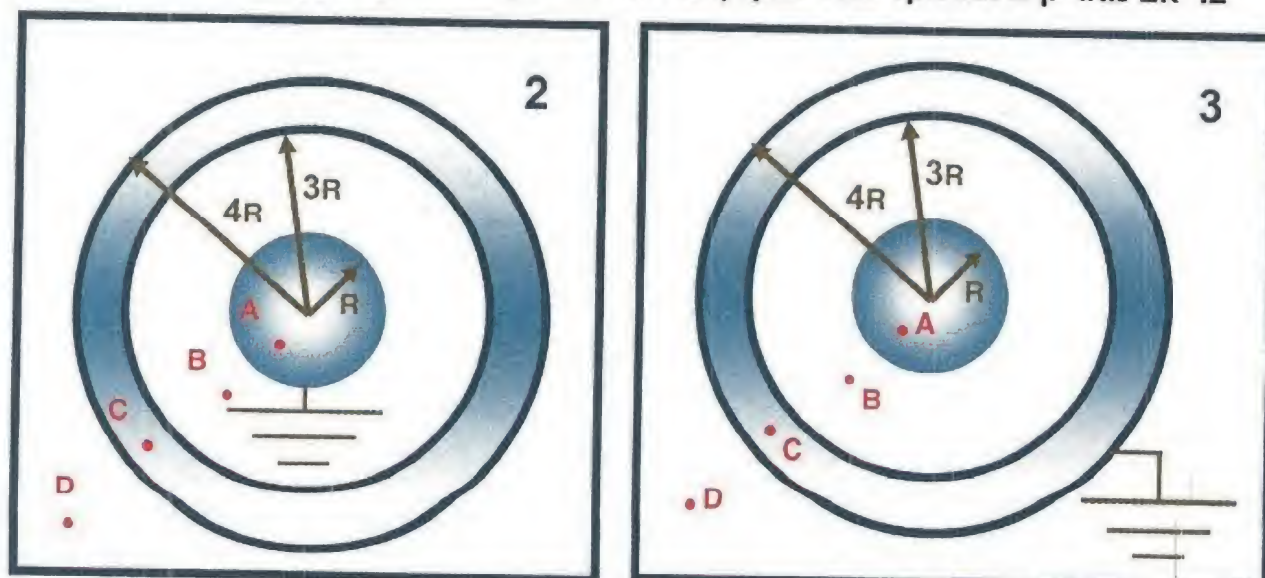
ג. מהו השדה החשמלי בנקודה A ובנקודה C? נמק במילים. (5 נק')

ד. אלקטרון משוחרר ממנוחה ליד השפה הפנימית של הקליפה. באיזו מהירות יפגע האלקטרון בכדור? (3½ נק')

ה. האם עוצמת השדה בנקודה B תשתנה:

1. אם מאריקים את הכדור הפנימי? נמק. (ראה תרשים 2)
2. אם מאריקים את הקליפה? נמק. (ראה תרשים 3)

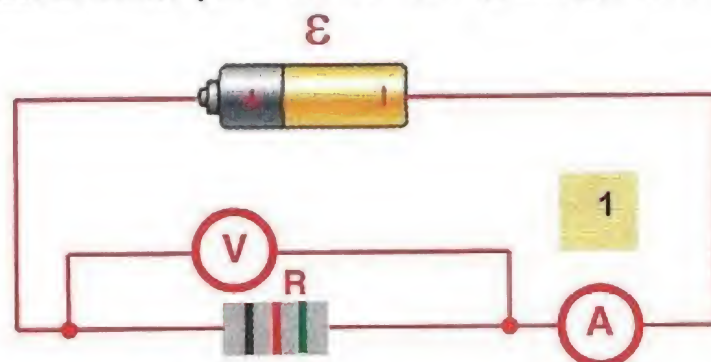
(8 נק')



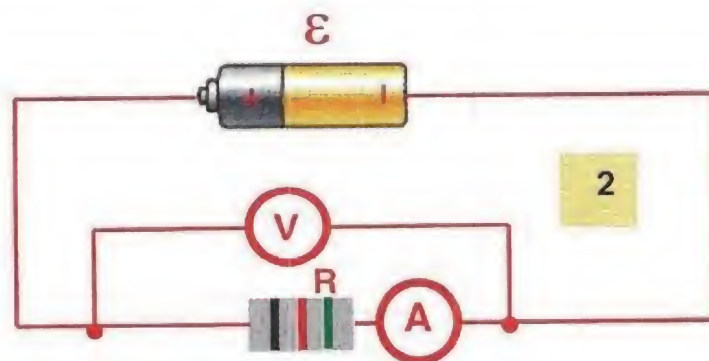
2

מכשיר למדידת זרם מראה סטייה מכסימלית, כאשר הזרם העובר דרכו שווה ל- 5mA .
התנגדותו הפנימית של המכשיר 50Ω .

- א. מהו המתח על המכשיר כאשר זרם בו זרם של 0.8mA ? (6 נק')
- ב. מה יש לעשות כדי להפוך את המכשיר למד-זרם המסוגל למדוד זרמים עד 50mA ? נמק תשובתך בעזרת חישוב מתאים. (6 נק')
- ג. מה יש לעשות כדי להפוך את המכשיר למד-מתח המסוגל למדוד מתחים עד 10V ? נמק תשובתך בעזרת חישוב מתאים. (6 נק')
- ד. לאחר שהופכים שני מכשירים מהסוג הנ"ל, אחד למד-זרם בעל תחום מדידה עד 50mA , והשני למד-מתח בעל תחום מדידה עד 10V , מחברים אותם במעגל כמתואר בתרשים 1.
המכשירים מראים $I=20\text{mA}$, $V=10\text{V}$. מהי לפיכך התנגדות הנגד R ? (6 נק')



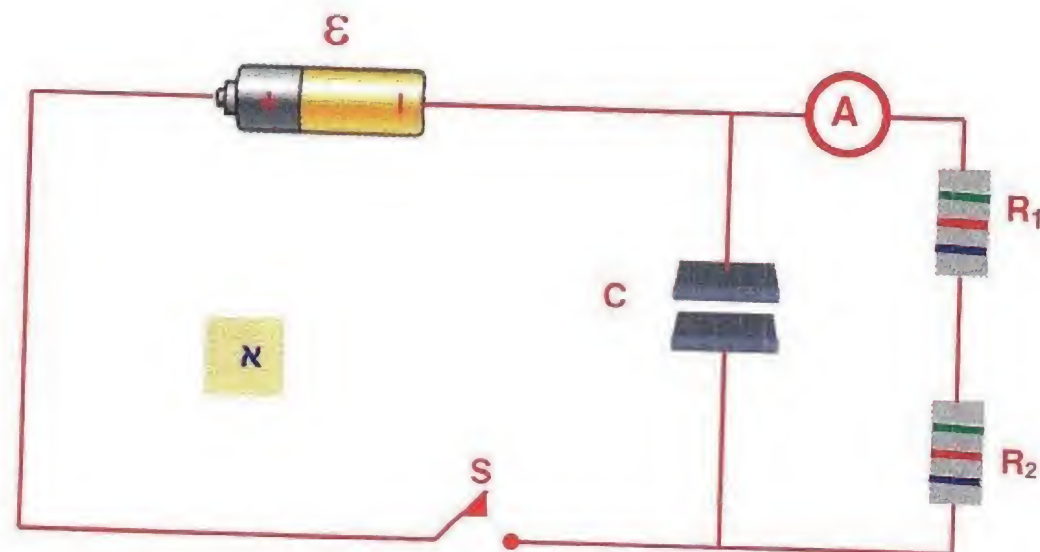
- ה. את ערכה של התנגדות לא ידועה R ניתן למדוד בעזרת מד-זרם ומד-מתח, כאשר אופן החיבור של המכשירים יכול להיות כמתואר בתרשים 1, או כמתואר בתרשים 2. התנגדויות מד הזרם ומד המתח ידועות והן R_A ו- R_V .



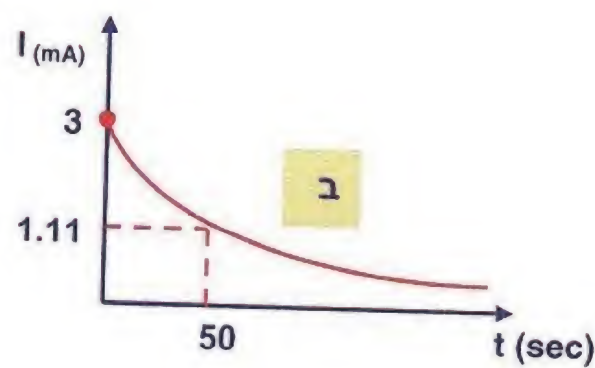
1. הסבר ממה נובעת השגיעה במדידת R בכל אחד מהמעגלים. (3 נק')
2. מתי עדיפה שיטת החיבור המתוארת במעגל 1, ומתי עדיפה שיטת החיבור המתוארת במעגל 2? (6 1/3 נק')

3

כדי לחקור פריקה של קבל, בנה תלמיד את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א', הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $30V$, ונגד R_1 שהתנגדותו 6000Ω . בתחילה היה המפסק S סגור עד טעינתו המלאה של הקבל, לאחר מכן, ברגע $t=0$ פתח התלמיד את המפסק.



תרשים ב' מראה את קריאת האמפרמטר, שהתנגדותו זניחה, בעת הפריקה כפונקציה של הזמן.



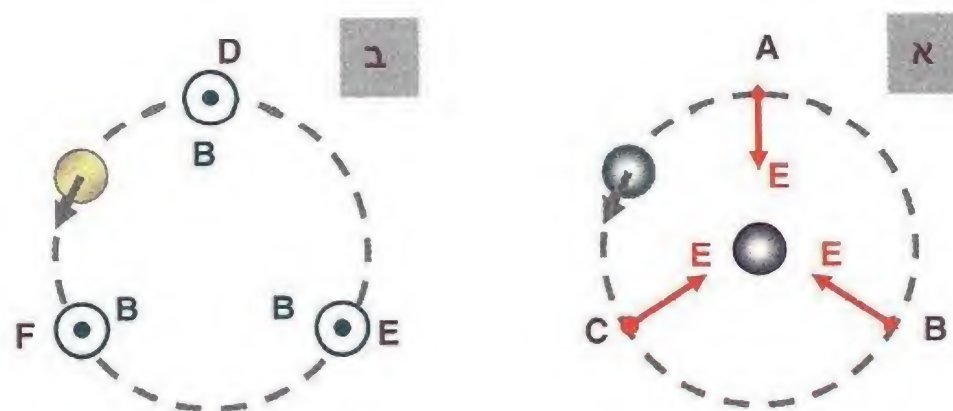
א. השתמש בתרשים ב' לחשב את הגדלים הבאים:

1. התנגדות הנגד R_2 . (5 נק')
2. קבוע הזמן τ . (5 נק')
3. קיבול הקבל C . (5 נק')
4. המטען ההתחלתי שבו היה הקבל טעון ברגע $t=0$. (5 נק')

ב. אילו הפריקה היתה נעשית רק דרך הנגד R_1 , האם התלמיד היה מקבל עקום שונה? אם לא – הסבר מדוע, אם כן – העתק למחברתך את העקום המקורי והוסף באותה מערכת צירים שרטוט מקורב של העקום, שהיה מתקבל עם נגד R_1 . (8 נק')

ג. האם כמות המטען שעברה דרך R_1 ו- R_2 בתהליך הפריקה שווה לכמות המטען, שהיתה עוברת דרך הנגד R_1 , אילו הפריקה היתה נעשית רק דרכו? הסבר. (5 1/3 נק')

נתונים שני חלקיקים, שלכל אחד מסה m ומטען q שסימנו אינו ידוע. חלקיק אחד נע במסלול מעגלי הודות לשדה חשמלי E , שנוצר ע"י מטען נקודתי Q , הקבוע במקומו, וכיוונו כמתואר בתרשים א'. חלקיק שני נע הודות לשדה מגנטי אחיד B , שכיוונו החוצה מהדף כמתואר בתרשים ב'. שני החלקיקים נעים במסלולים מעגליים שרדיוסם R במהירות שגודלה V נגד כיוון מחוגי השעון.



- א. 1) מהו סימנו של המטען הנקודתי היוצר את השדה החשמלי המתואר בתרשים א'? נמק. (4 נק')
- 2) מהו סימן המטען של החלקיק הנע במסלול המעגלי הודות לשדה החשמלי? נמק. (4 נק')
- ב. מהו סימנו של החלקיק הנע במסלול המעגלי הודות לשדה המגנטי המתואר בתרשים ב'? נמק. (5 נק')
- ג. בטא באמצעות E, R, m, q את מהירות החלקיק הנע במסלול המתואר בתרשים א'. (6 נק')
- ד. בטא באמצעות B, R, m, q את מהירות החלקיק הנע במסלול המתואר בתרשים ב'. (6 נק')
- ה. תאר את מסלולי החלקיקים אם:

1. כיוון השדה המגנטי בנקודות DEF הוא לתוך הדף. (4 נק')
2. כיוון השדה החשמלי בנקודות ABC הוא מן המרכז החוצה. (4 1/3 נק')

לאורכן של שתי מסילות מוליכות ארוכות מאד ומקבילות AB ו-CD, נעים בלי חיכוך 2 מוטות מוליכים כך, שהם ניצבים למסילות. אורך כל מוט L והתנגדותו R. כל המערכת מצויה בשדה מגנטי אחיד B, שכיוונו ניצב למישור ABCD. (ראה תרשים)

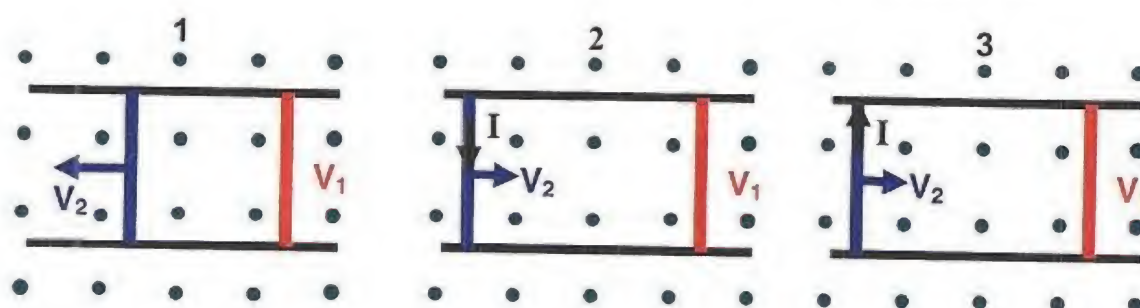
נתונים: $R=1(\Omega)$, $B=2(T)$, $L=1(m)$

בכל אחד מהמקרים (א-ג) הבאים מצא את מהירות המוט הימני V_1 - גודל וכיוון.

א. המוט השמאלי נע שמאלה במהירות קבועה של $8(m/s)$ ובמוט לא זורם זרם. (תרשים 1) (7 נק')

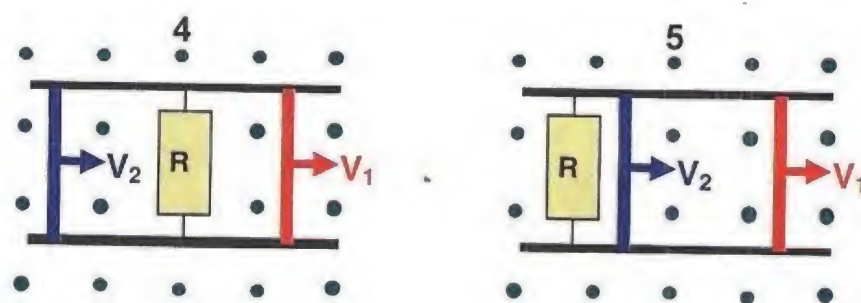
ב. המוט השמאלי נע ימינה במהירות של $8(m/s)$ וזורם זרם של $3(A)$ נגד כיוון השעון. (תרשים 2) (7 נק')

ג. המוט השמאלי נע ימינה במהירות קבועה של $8(m/s)$ וזורם זרם של $3(A)$ בכיוון השעון. (תרשים 3) (7 נק')



ד. בין המוטות מחברים נגד שהתנגדותו $R=1\Omega$. המוט השמאלי נע ימינה במהירות של $4(m/s)$ והמוט הימני נע ימינה במהירות של $2.5(m/s)$ (תרשים 4). מהו הזרם הזורם דרך הנגד? (7 נק')

ה. האם תשובתך ל-ד' תשתנה אם הנגד R יחובר משמאל למוט השמאלי, ויתר הנתונים כבסעיף הקודם (תרשים 5)? נמק. (5 1/3 נק')



תשובות – מבחן מספר 9

1

א. שפה פנימית $-Q$, שפה חיצונית $-3Q$
ב.

$$(1) -k \frac{Q}{12R}$$

$$(2) -k \frac{3Q}{4R}$$

$$(3) -7k \frac{Q}{12R}$$

$$(4) -3k \frac{Q}{5R}$$

ג. $E=0$

$$ד. v = \sqrt{\frac{4kQq_e}{3Rm_e}}$$

ה. (1) כן. מטען הכדור משתנה.
(2) לא. מטען הכדור אינו משתנה.

2

א. $40mV$

ב. לחבר נגד $R_S = 5.55\Omega$ במקביל

ג. 1950Ω

ד. 666.67Ω

ה. (2) כאשר $R \ll R_V$ - חיבור 1,

כאשר R מסדר גודל של R_V

ומתקיים: $R \gg R_A$ - חיבור 2.

3

א. $4k\Omega$ (1)

ב. $50s$ (2)

ג. $5mF$ (3)

ד. $0.15C$ (4)

ב. τ - קטן, I - גדל

ג. כן

4

א. 1. שלילי

2. חיובי

ב. שלילי

$$ג. V = \sqrt{\frac{EqR}{m}}$$

$$ד. V = \frac{qBR}{m}$$

ה. (1)

(2)



נגד כיוון השעון.

החוצה במסלול פרבולי

(דומה לזריקה אופקית).

5

א. $V_1 = 8m/s$, שמאלה.

ב. $V_1 = 5m/s$, ימינה.

ג. $V_1 = 11m/s$, ימינה.

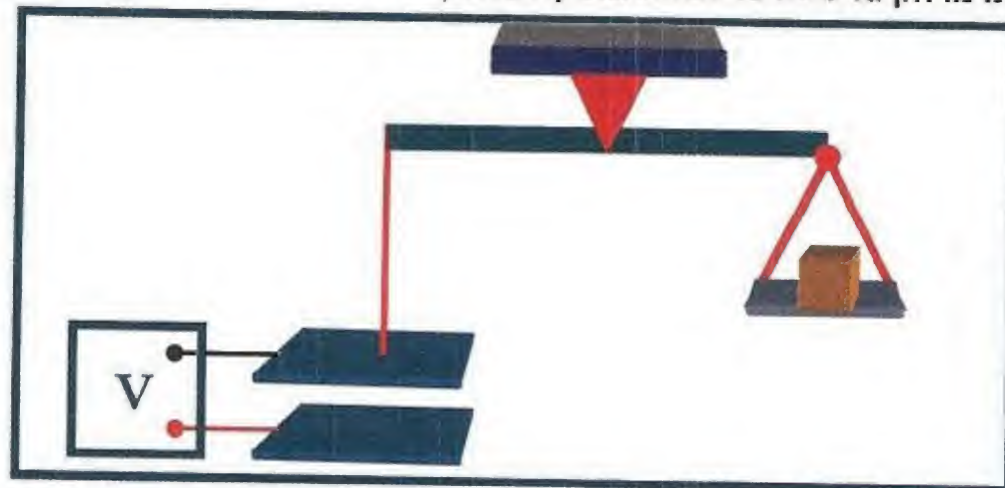
ד. $4.33A$

ה. לא תשתנה.

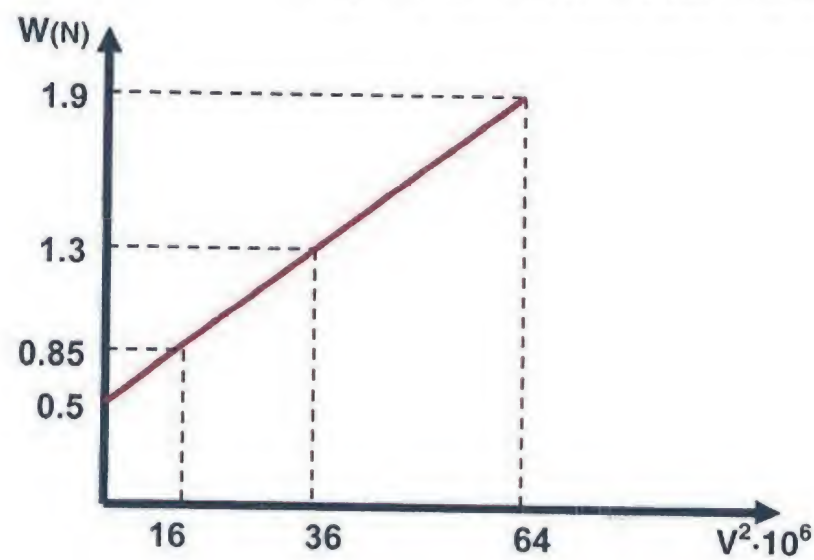
מבחן מספר 10

במהלך ניסוי, בו נמדד כוח המשיכה שמפעילים זה על זה שני לוחות קבל המחוברים למקור מתח, משנים את המתח על לוחות הקבל ומאזנים את מאזני השקילה באמצעות משקולות. בכל מדידה המערכת מגיעה למצב של שיווי משקל, כאשר הלוחות נמצאים באותו מרחק d . שטח כל לוח A ומשקלו W_0 . (המוטות מבודדים ומשקלם זניח)

1



על פי תוצאות המדידות התקבל הגרף שלפניך, המתאר את משקל המשקולות המאזנת W כפונקציה של ריבוע המתח המופעל על הקבל.

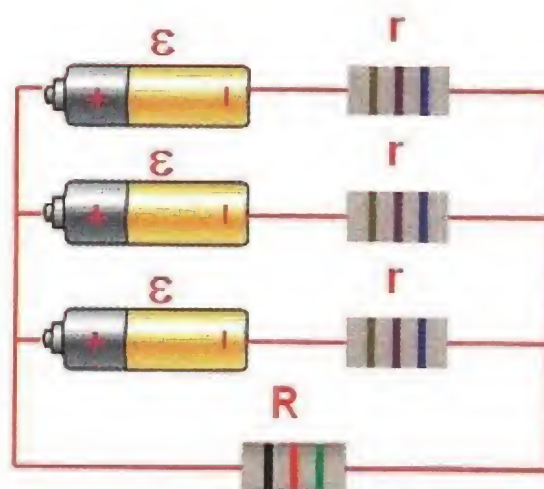
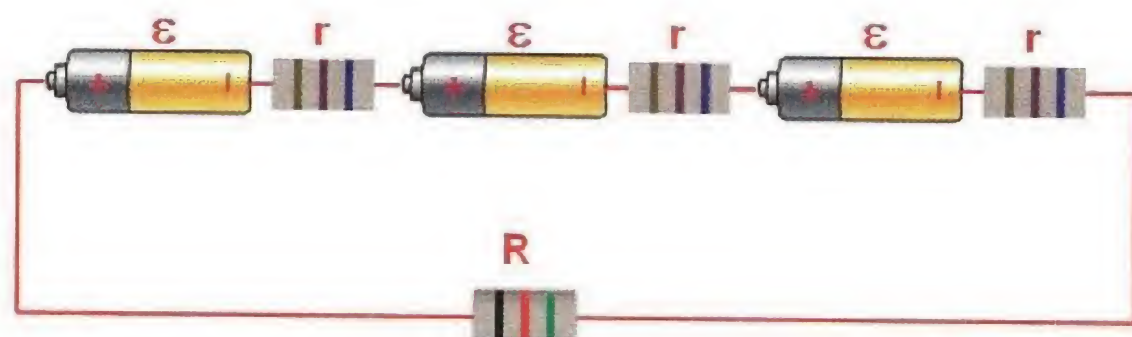


- מבלי להסתמך על תוצאות המדידה, כתוב שיוויון המתאר את הקשר בין W לבין V^2 . בטא קשר זה באמצעות הגדלים: W_0, d, A, ϵ_0 . (8 נק')
- מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה, שבה הגרף חותך את הציר האנכי? נמק. (5 נק')
- מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הגרף? (5 נק')
- אם ידוע ששטח לוח אחד הוא $200(\text{cm})^2$, מצא באמצעות הגרף את W_0 ואת המרחק d . (12 נק')
- במצב בו מאזני השקילה מאוזנים, מכניסים חומר דיאלקטרי אל בין לוחות הקבל, האם הזרוע השמאלית תעלה או תרד? נמק. (3½ נק')

2

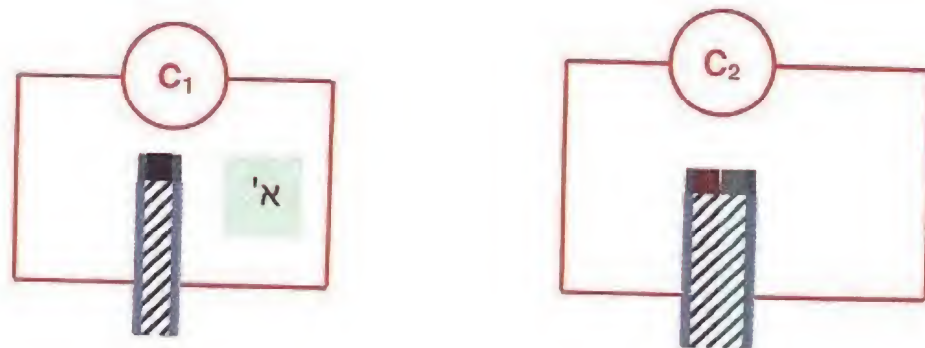
שלושה מקורות מתח זהים בעלי כ"מ \mathcal{E} והתנגדות פנימית r חוברים פעם בטור לנגד R כמתואר בתרשים 1, ופעם במקביל אליו כמתואר בתרשים 2.

נתונים: R, \mathcal{E}, r .



- א. בטא את עוצמת הזרם העובר דרך הנגד R עבור כל אחד מהתרשימים. (8 נק')
- ב. בטא את מתח ההדקים של כל אחד מהמקורות בתרשים 1 ובתרשים 2. (8 נק')
- ג. באיזה תנאי יהיה הזרם במעגל 1 גדול מהזרם שבמעגל 2? נמק. (5 נק')
- ד. באיזה תנאי יהיה הזרם במעגל 1 שווה לזרם שבמעגל 2? נמק. (5 נק')
- ה. מה צריך להיות ערכו של r בכדי שהמתח על פני הנגד R יהיה שווה בשני המעגלים? (7 1/3 נק')

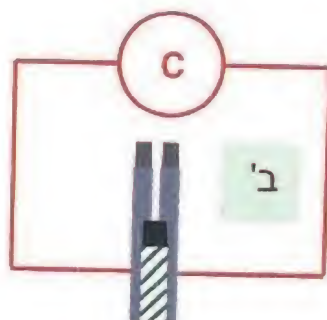
לצורך חקירת התלות בין קיבולו של קבל לוחות לבין המרחק בין לוחותיו מבצעים את הניסוי הבא:
אל בין לוחותיו של קבל, המחובר לרוב-מודד המכוון למדידת קיבול, מכניסים לוח קרטון ריבועי שאורך צלעו 10 ס"מ ועוביו 1 מ"מ.
מודדים את הקיבול של הקבל, ובכל פעם מוסיפים לוח אחד בין הלוחות. (ראה תרשים א')



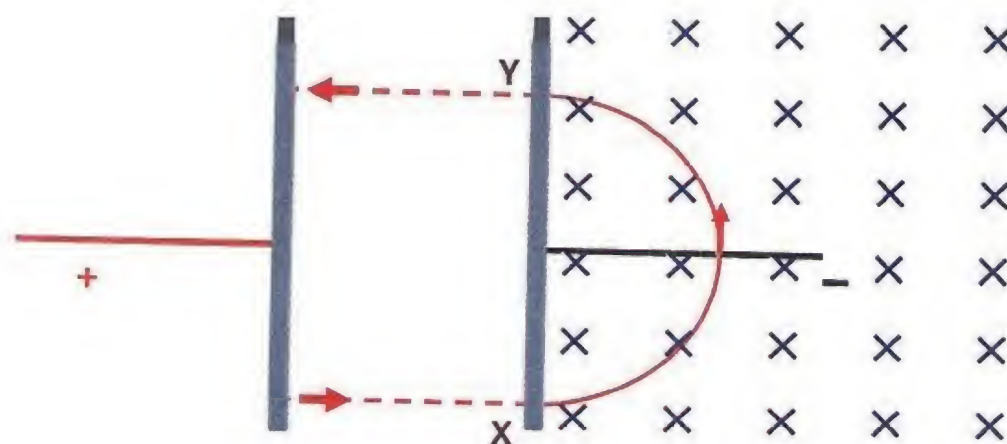
תוצאות המדידות רשומות בטבלה הבאה:

6	5	4	3	2	1	ח - מספר לוחות הקרטון
36.8	44.2	55.3	73.7	110	221	$C_{(nF)}$ - קיבול

- שרטט גרף של הקיבול כפונקציה של מספר לוחות הקרטון.
על איזה קשר מרמז הגרף? (5 נק')
- שרטט גרף של הקיבול כפונקציה של אחד חלקי מספר לוחות הקרטון ($1/n$). (5 נק')
- רשום ביטוי המתאר את הקשר בין הקיבול ומספר פיסות הקרטון, וציין איזה גודל פיזיקלי מייצג שיפוע הגרף. (8 נק')
- מצא את הקבוע הדיאלקטרי היחסי ϵ_r של הקרטון. (85 נק')
- מה היה מורה מד-הקיבול ברב מודד, אם היה מוכנס לוח קרטון אחד בעל אותו עובי, אבל בגודל של מחצית משטח לוח הקבל? (ראה תרשים ב') (7½ נק')



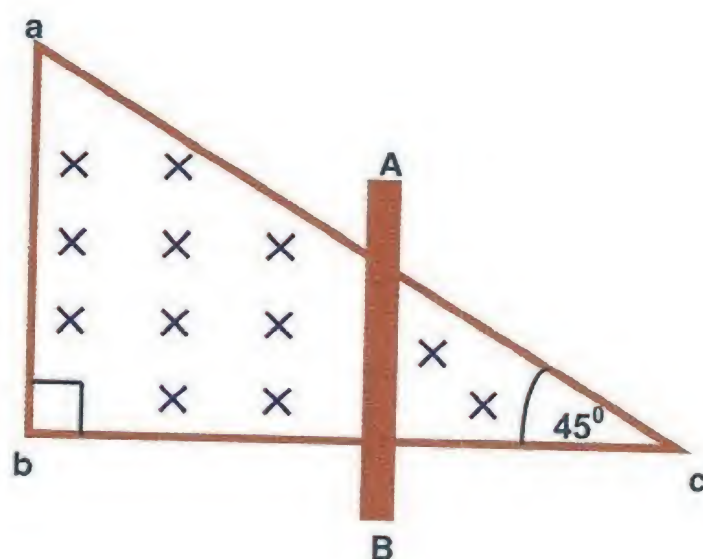
חלקיק שמסתו m ומיטענו $+q$ מואץ בשדה חשמלי אחיד השורר בין שני לוחות קבל. המתח בין הלוחות V והמרחק ביניהם d . החלקיק עובר דרך פתח X , שעל הלוח השלילי, לאזור בו שורר שדה מגנטי B , המכוון בניצב למישור הדף, מבצע חצי סיבוב ואז חוזר דרך פתח שני Y אל בין לוחות הקבל. נתונים: m, q, V, d, B (הזנח את כח הכובד הפועל על החלקיק).



- א. מהי מהירות החלקיק ביציאתו מבין לוחות הקבל? (6 נק')
- ב. מהו רדיוס התנועה של החלקיק? (8 נק')
- ג. כעבור כמה זמן מרגע שחרורו מהלוח החיובי יחזור החלקיק שוב את הלוח החיובי? (10 נק')
- ד. מהי עבודת הכוח החשמלי ומהי עבודת הכוח המגנטי במהלך התנועה, מרגע השחרור ועד שהחלקיק חוזר ללוח החיובי? ($5\frac{1}{3}$ נק')
- ה. כיצד היו משתנות תשובתיך לסעיפים הקודמים, אם בין הלוחות היה שורר גם שדה מגנטי שכיוונו:
 1. בכיוון תנועת החלקיק. (2 נק')
 2. בכיוון מנוגד לכיוון תנועת החלקיק. (2 נק')

5

מוט נחושת ארוך abc , הכפוף בצורת משולש שווה שוקיים שזוויות הבסיס הן 45° ואורך בסיסו $ab=bc=0.5\text{m}$, נימצא במישור אופקי. שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B=0.4\text{T}$ מאונך למישור המוט. מוט נחושת ארוך AB נע על פני המוט המכופף כך, שהמוטות יוצרים בכל רגע משולש נוסף cAB . ברגע $t=0$ המוט היה במנוחה בנקודה c במקביל לצלע ab . (ראה תרשים) מהירות המוט היא קבועה וגודלה $V=0.5\text{m/sec}$. התנגדות ליחידת אורך של כל המוטות $\lambda=0.2\Omega/\text{m}$.



- רשום ביטוי לכא"מ המושרה במוט כפונקציה של הזמן וחשב את גודלו ברגע $t=0.4\text{sec}$. (8 נק')
1. חשב את עוצמת הזרם ואת כיוונו במוט AB ברגע $t=0.4\text{sec}$.
2. האם הזרם במוט קבוע בעוצמתו? נמק. (12 נק')
- ג. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך ab ודרך Bc ברגע $t=0.4\text{sec}$. (6 נק')
- ד. הסבר מדוע דרוש כוח חיצוני כדי לקיים את התנועה הקצובה, ציין את כיוונו, וחשב את גודלו ברגע $t=0.4\text{sec}$. (7 1/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 10

1

א. $W = W_0 + \left(\frac{\epsilon_0 A}{d^2}\right) V^2$

ב. משקל הלוח.

ג. $\frac{\epsilon_0 A}{d^2} = \frac{C}{d}$

ד. $W_0 = 0.5N$; $d = 2.85mm$

ה. תעלה

2

א. $I = \frac{\epsilon}{R + \frac{r}{3}}$, $I = \frac{3\epsilon}{R + 3r}$

ב. $\epsilon - Ir = \epsilon \left(1 - \frac{r}{R + \frac{r}{3}}\right)$, $\epsilon - Ir = \epsilon \left(1 - \frac{3r}{R + 3r}\right)$

ג. $R > r$

ד. $R < r$

ה. $R = r$

3

א. קשר הפוך.

ב. קשר ישר.

ג. $C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d} \cdot \frac{1}{n}$

שיפוע = $\frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d} = 2.21 \cdot 10^{-10}$

ד. $2.5 \sim$

ה. $154.8 \mu F$

4

א. $V = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

ב. $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$

ג. $2d \sqrt{2 \frac{m}{qU}} + \frac{\pi m}{Bq}$

ד. 0

ה. (1) לא היו משתנות.
(2) לא היו משתנות.

5

א. $E = 0.04V$ $\epsilon = 0.1t$

1. $I = 0.367A$

2. כן.

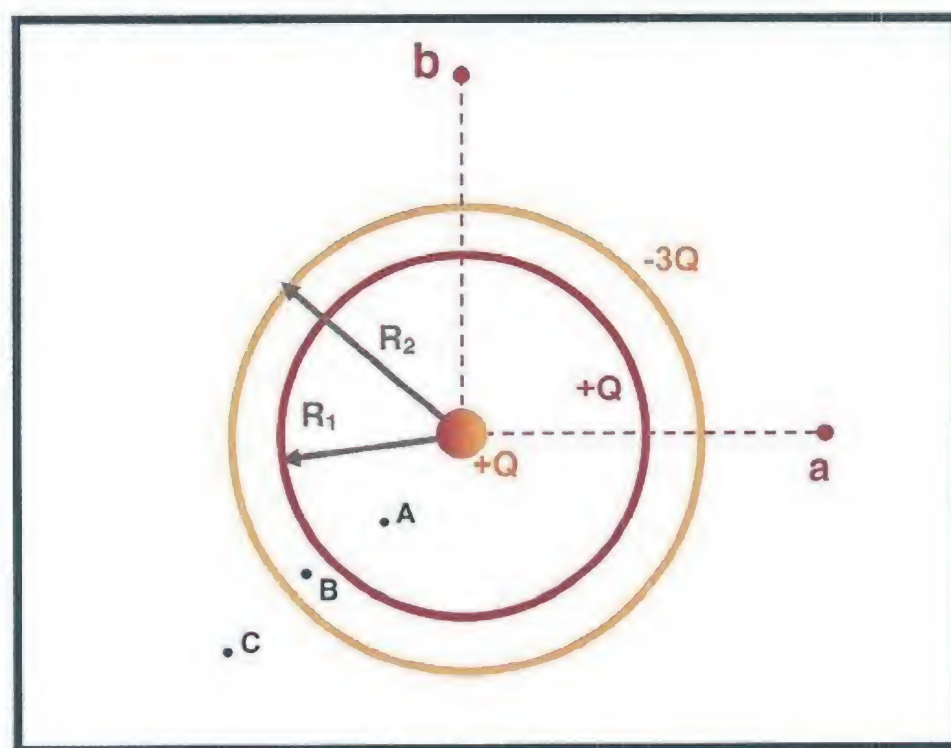
ג. $I_c = 0.262A$, $I_{ab} = 0.104A$

ד. $F = 0.02936N$

מבחן מספר 11

קליפה כדורית שרדיוסה R_1 נמצאת בתוך קליפה כדורית שרדיוסה R_2 . לשתי הקליפות מרכז משותף O שנמצא בו מיטען נקודתי $+Q$. הקליפה הפנימית טעונה במיטען חיובי $+Q$, והקליפה החיצונית טעונה במיטען חשמלי שלילי $-3Q$. שתי הקליפות עשויות מחומר מוליך.

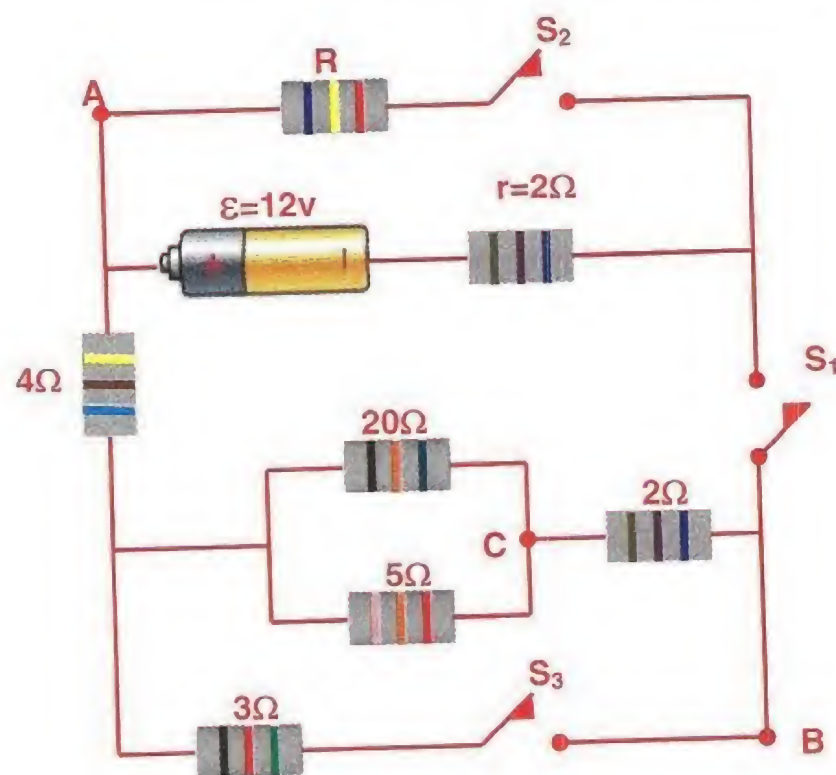
1



- בטא באמצעות נתוני השאלה את גודל השדה החשמלי הכולל, ששתי הקליפות והמיטען יוצרים בכל אחת מנקודות A, B, C . (12 נק')
- בטא באמצעות נתוני השאלה את הפוטנציאל החשמלי הכולל, ששתי הקליפות והמיטען יוצרים בכל אחת מהנקודות A, B, C . (12 נק')
- על איזו משתי הקליפות הפוטנציאל החשמלי גדול יותר? נמק. (4 נק')
- מהי העבודה החיצונית בהעברת מיטען נקודתי $+q$ מנקודה a , הנמצאת במרחק R_3 מהמרכז, לנקודה b , הנמצאת גם היא במרחק R_3 מהמרכז? (5 1/3 נק')

2

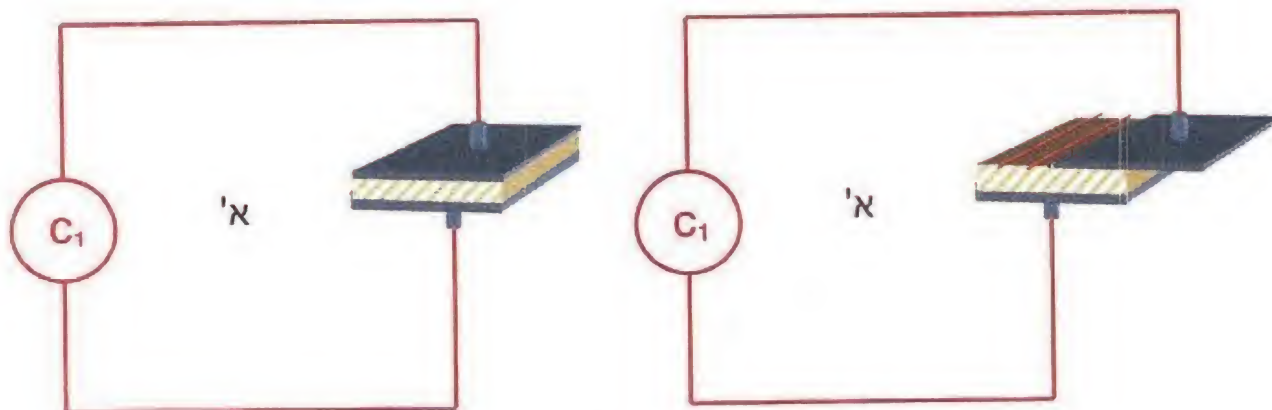
בתרשים שלפניך מוצב מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $\mathcal{E}=12\text{V}$ והתנגדותו הפנימית $r=2\Omega$, חמישה נגדים, שלושה מתגים ותיילים מוליכים שהתנגדותם זניחה.



- א. מהו מתח ההדקים כאשר S_2 פתוח והמתגים S_1 ו- S_3 סגורים? (6 נק')
 - ב. סוגרים את המתג S_2 ופותחים את המתגים S_1 ו- S_3 .
חשב את ערכו של הנגד R , שעבורו יעבור דרך המקור אותו זרם שהתקבל לפני שהמפסק נסגר. (6 נק')
 - ג. סוגרים גם את המתגים S_1 ו- S_3 . (המתג S_2 נשאר סגור)
1. האם הזרם העובר דרך המקור יגדל, יקטן, או לא ישתנה? נמק. (4 נק')
 2. חשב את המתח בין הנקודות A ו-B המסומנות בתרשים. (6 נק')
 3. חשב את המתח בין הנקודות A ו-C המסומנות בתרשים. (6 נק')
 4. חשב את ההתנגדות השקולה בין A ו-B. (5 1/3 נק')

3

לצורך חקירת התלות בין קיבולו של קבל לוחות לבין שטחו מבצעים את הניסוי הבא.
 אל בין לוחותיו של קבל, המחובר לרוב-מודד המכוון למדידת קיבול, מכניסים לוח קרטון
 ריבועי שאורך צלעו 10 ס"מ ועוביו 1 מ"מ.
 מודדים את הקיבול של הקבל כך, שבכל פעם משנים את שטחו של הקבל ע"י הזזת הלוח
 העליון יחסית ללוח התחתון, כששטח הקבל הוא השטח החופף של שתי הלוחות.
 על לוח הקרטון מסומנים בחלקו העליון פסים במרחק של 1 ס"מ, בכדי שיהיה נוח לחשב את
 שטח החפיפה. (ראה תרשים)

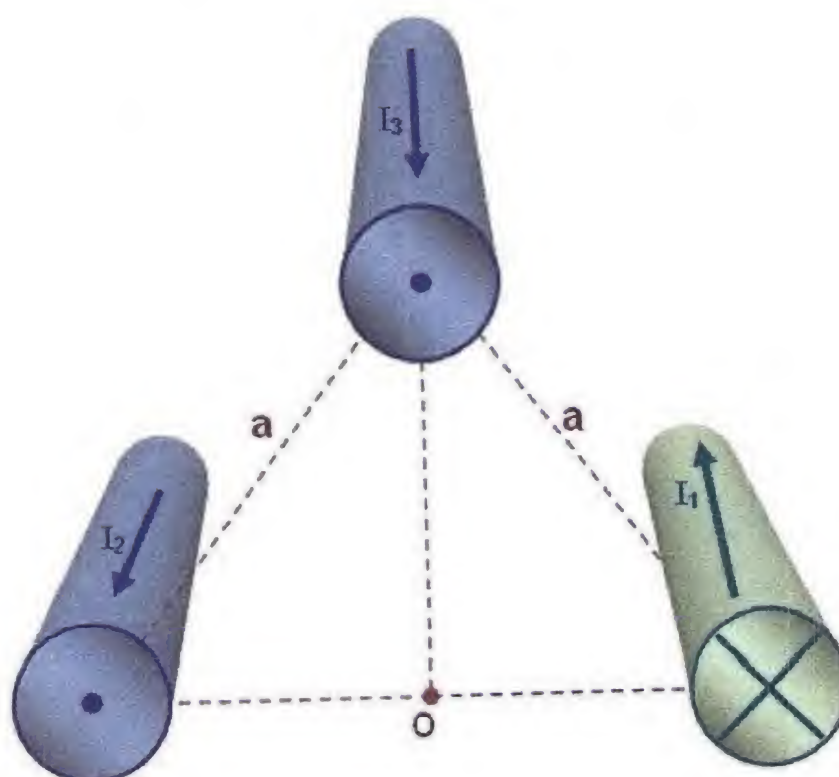


תוצאות המדידות רשומות בטבלה הבאה:

20	40	60	80	100	$A \text{ (Cm)}^2$ - שטח חפיפה
44.25	88.5	132	177	221	$C_{(\mu F)}$ - קיבול

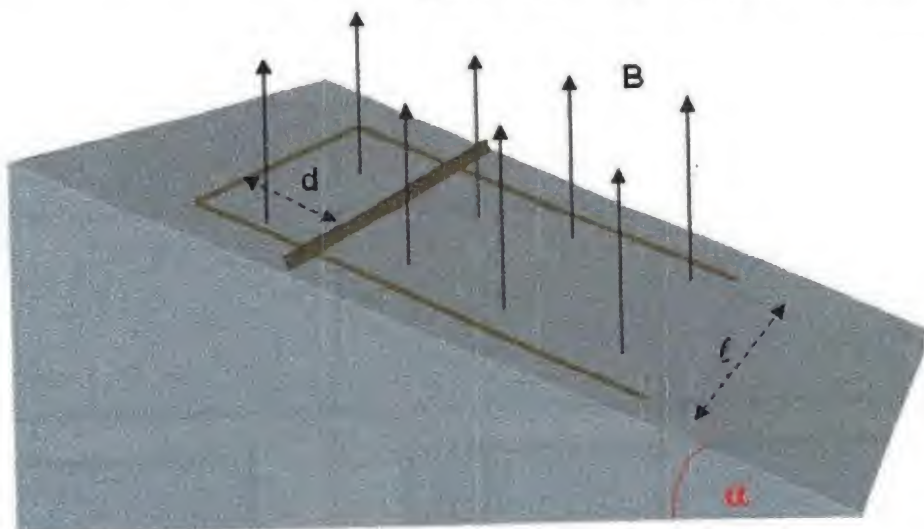
- שרטט גרף של הקיבול כפונקציה של השטח. מהי מסקנתך לגבי התלות בין קיבולו של קבל לבין שטחו? (6 נק')
- איזה גודל פיזיקלי מייצג שיפוע הגרף? נמק. (6 נק')
- מצא את הקבוע הדיאלקטרי היחסי ϵ_r של הקרטון? (8 נק')
- מה יורה מד הקיבול, אם הלוח העליון יוזז ימינה 5 ס"מ מהמצב בו הלוחות היו חופפים, כשביניהם אותו לוח הקרטון? (8 נק')
- בהתבסס על מסקנות מהניסוי ולא על הנוסחאות: הסבר האם הקיבול גדל, קטן או לא משתנה כאשר מחברים שני קבלי לוחות זהים במקביל. (5% נק')

שלושה תיילים אינסופיים מקבילים שבכל אחד זורם זרם : $I_1=I_2=I_3=I$
 עוברים דרך קודקודיו של משולש שווה שאורך צלעו a .
 נתונים: I, μ_0, a

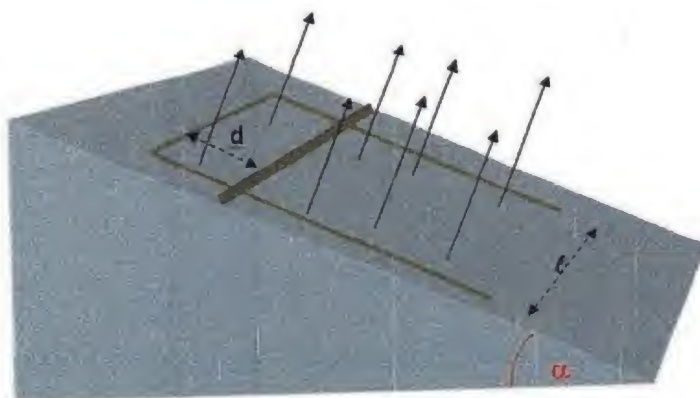


- א. מהו השדה המגנטי (גודל וכיוון), הנוצר ע"י התיילים 1 ו-2 בנקודה 0, הנמצאת באמצע המרחק שבין התיילים 1 ו-2? (6 נק')
- ב. מהו השדה המגנטי (גודל וכיוון) הנוצר ע"י שלושת התיילים בנקודה 0? (10 נק')
- ג. פרוטון נע החוצה מנקודה 0 במהירות V מתוך מישור התרשים, מהו הכוח המגנטי (גודל וכיוון) שיפעל עליו? (ידועים: V, q, m_p) (8 נק')
- ד. היכן יש למקם תייל רביעי המקביל לשלושת התיילים, שגם דרכו זורם זרם I , כך שהשדה המגנטי בנקודה 0 יהיה שווה לאפס? (9½ נק')

מוט מוליך מחליק במהירות קבועה $V=2\text{m/sec}$ לאורך שני פסי מתכת מוליכים ומקבילים, הנטויים בזווית $\alpha=37^\circ$ עם המישור האופקי. המרחק בין הפסים $l=0.5\text{m}$, והם מחוברים ביניהם בקצותיהם העליונים ע"י תיל חסר התנגדות. ההתנגדות החשמלית של המוט $R=0.2\Omega$. ברגע $t=0$ נימצא המוט במרחק $d=2\text{m}$ מהקצה העליון. כל המערכת מצויה בתוך שדה מגנטי אחיד, שעוצמתו $B=0.1\text{T}$ וכיוונו כלפי מעלה (במאונך למישור האופקי). (ראה תרשים א')



- א. כתוב נוסחה לשטף המגנטי Φ , התחום ע"י המוט ופסי המתכת, כפונקציה של הזמן. (8 נק')
- ב. 1. מה גודלו ומה כיוונו של הכא"מ המושרה במעגל החשמלי, כאשר המוט נע במורד המישור המשופע? (4 נק')
2. מה עוצמת הזרם המשרה (גודל וכיוון) במוט? (3 נק')
- ג. מהו הכוח (גודל וכיוון) שמפעיל השדה המגנטי על המוט הנע? (6 נק')
- ד. משנים את כיוון השדה המגנטי בלבד, והוא עתה מכוון בניצב למישור המשופע (ראה תרשים ב').
1. האם מהירות תנועת המוט תהיה גדולה, קטנה או שווה לזו שהיתה לו כשהוא נע במהירות קבועה? נמק. (6 נק')
2. האם השטף המגנטי התחום ע"י המוט ופסי המתכת כפונקציה של הזמן, גדול, קטן או שווה לזה שהתקבל, כשהשדה היה במאונך למישור האופקי? נמק. (6 1/3 נק')



תשובות - מבחן מספר 11

1			
א.ב.			
C	B	A	E
$-k \frac{Q}{r^2}$	$k \frac{2Q}{r^2}$	$k \frac{Q}{r^2}$	
$-k \frac{Q}{r}$	$k \frac{2Q}{r} - k \frac{3Q}{R_2}$	$k \frac{Q}{r} + k \frac{Q}{R_1} - k \frac{3Q}{R_2}$	V
ג. $V_2 = -k \frac{Q}{R_2}$, $V_1 = kQ(\frac{2}{R_1} - \frac{3}{R_2})$			
ד. 0			

3	
א. יחס ישר.	
ב. $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d} = \text{שיפוע} = 2.21 \cdot 10^{-8}$	
ג. 2.5	
ד. $110.5 \mu\text{F}$	
ה. השטח גדל.	

2	
א. 9V	
ב. 6Ω	
ג. (1) יגדל.	
(2) 7.2V	
(3) 6.4V	
(4) 6Ω	

4	
א. $B = 8 \cdot 10^{-7} \frac{I}{a}$ מעלה.	
ב. $B = 8.32 \cdot 10^{-7} \frac{I}{a}$ $\alpha = 74^\circ$	
ג. $F = 8.32 \cdot 10^{-7} \frac{qVI}{a}$ בזווית 16° מעל לציר ה-X השלילי.	
ד. $x = 0.24a$ בזווית 16° מתחת לציר ה-X החיובי, בכיוון החוצה מהדף. או, $x = 0.24a$ בזווית 16° מעל לציר ה-X השלילי, בכיוון פנימה אל תוך הדף.	

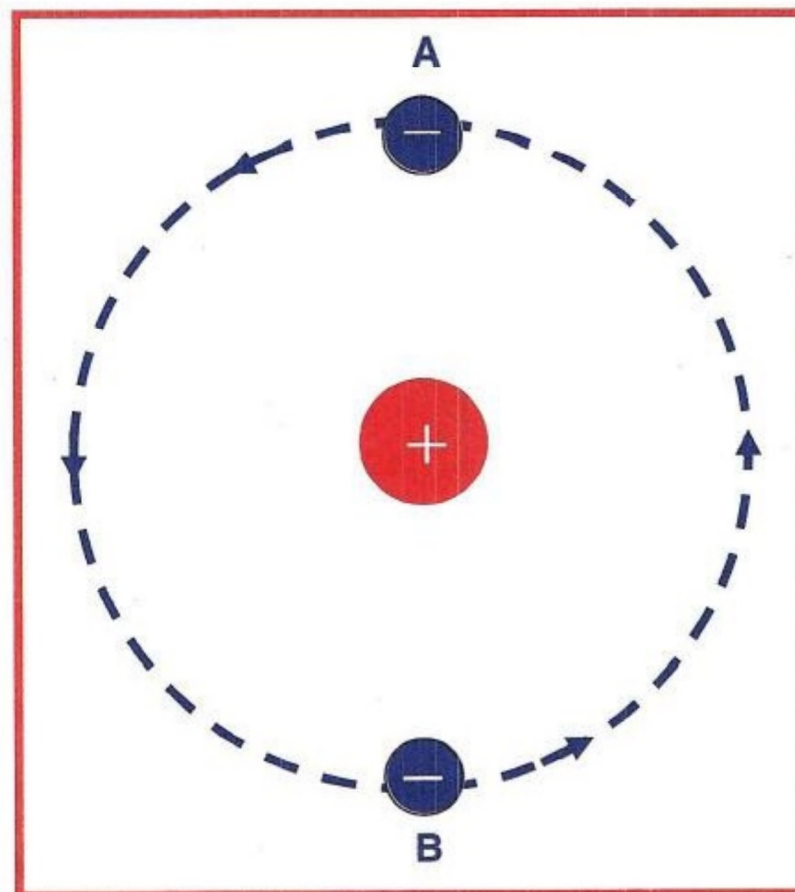
5	
א. $\Phi = 0.08(1+t)$	
ב. $\epsilon = 0.08V$ (1)	
(2) $I = 0.4A$, בכיוון השעון.	
ג. $F = 0.016N$ מעלה.	
ד. (1) קטנה.	
(2) גדל.	

מבחן מספר 12

שני חלקיקים נקודתיים, בעלי מסה m ומיטען $-q$ כל אחד, מבצעים תנועה מעגלית, שרדיוסה R סביב חלקיק שמיטענו $+q$. (ראה תרשים)

1

נתונים: K, R, q, m



א. מהו הכוח החשמלי השקול (גודל וכיוון), הפועל על כל אחד משני החלקיקים המסתובבים? (8 נק')

ב. מה הכוח החשמלי השקול, הפועל על המיטען $+q$? (6 נק')

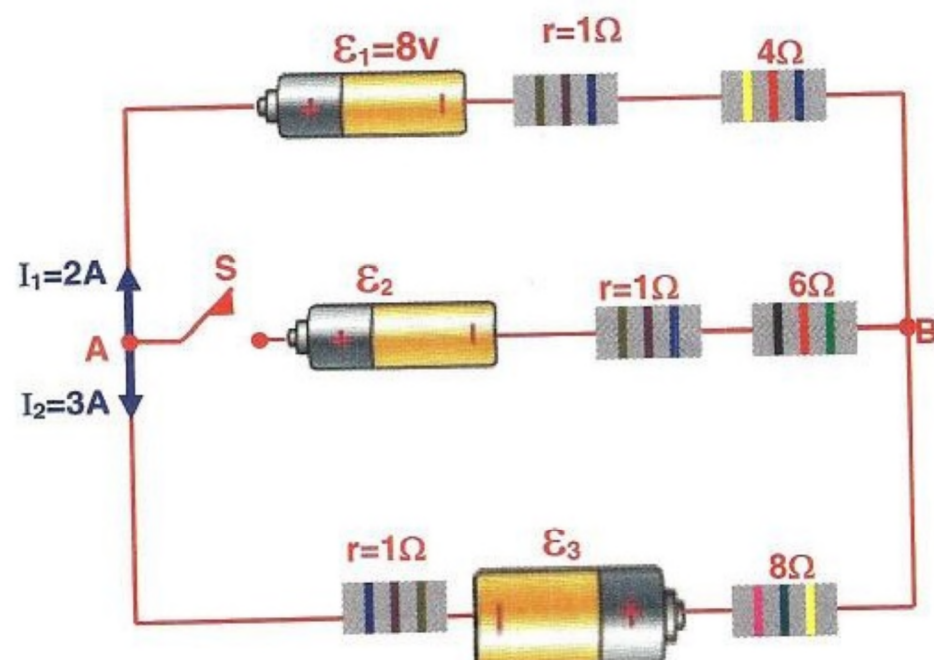
ג. סמן את כיוון השדה החשמלי בנקודות A, B . (5 נק')

ד. מהי האנרגיה החשמלית האצורה במערכת? (6 נק')

ה. מהי מהירות החלקיקים המסתובבים? (8½ נק')

נתון המעגל החשמלי המתואר בתרשים:

2

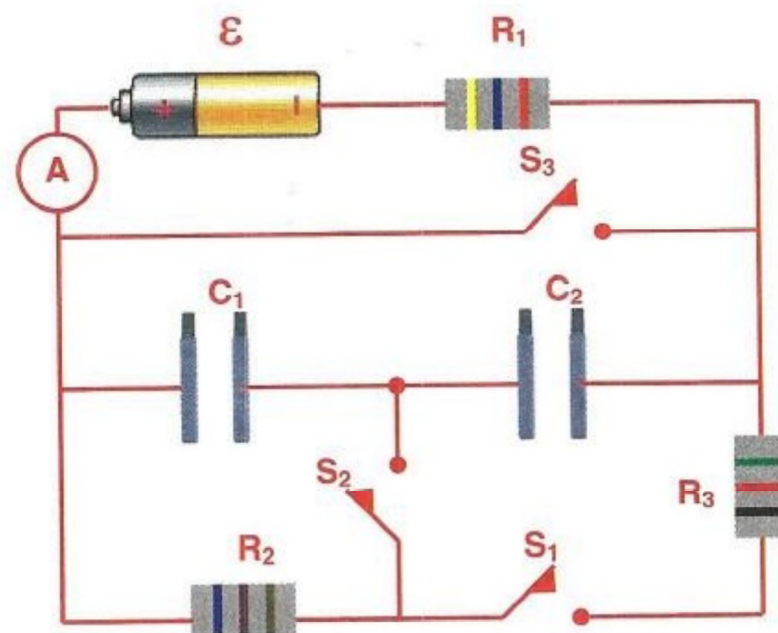


כאשר המפסק S סגור:

- א. מהו הזרם העובר דרך המפסק S? נמק. (4 נק')
- ב. מצא את הכא"מ של שני מקורות המתח ϵ_2 ו- ϵ_3 . (9 נק')
- ג. מהו הפרש הפוטנציאלים V_{AB} ? (5 נק')
- ד. פותחים את מפסק S – מצא את:
 1. הזרם (גודל וכיוון) במעגל. (6 נק')
 2. הפרש הפוטנציאלים V_{AB} . (4 נק')
3. מתח ההדקים של כל אחד משלושת המקורות. (התנגדויות של 1Ω הן ההתנגדויות הפנימיות של המקורות). (5'3 נק')

3 המעגל החשמלי המתואר בתרשים מורכב מ: מקור מתח \mathcal{E} , שני קבלים C_1, C_2 , שלושה נגדים R_1, R_2, R_3 , שלושה מפסקים S_1, S_2, S_3 , אמפרמטר A.

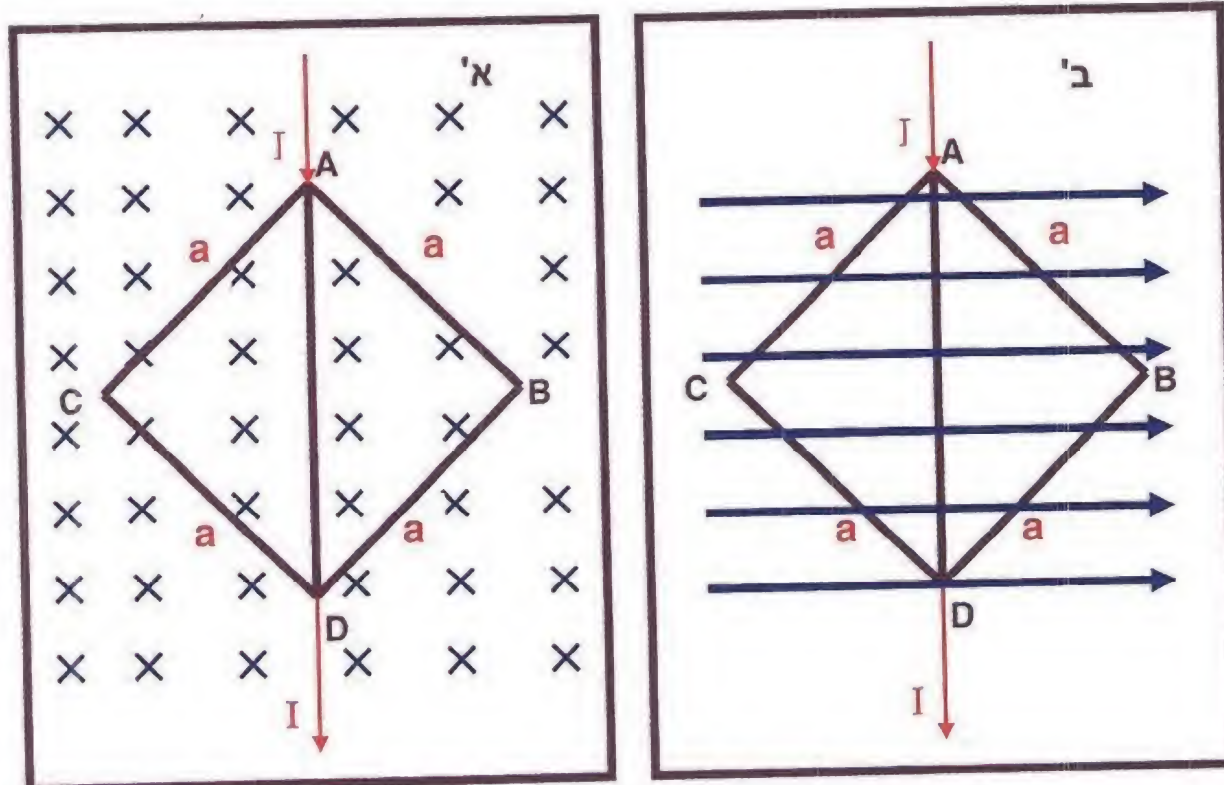
נתון: $\mathcal{E}=50V$, $R_3=150\Omega$, $R_2=100\Omega$, $R_1=50\Omega$, $C_2=8\mu F$, $C_1=6\mu F$.
ההתנגדות הפנימית של מקור המתח ושל האמפרמטר זניחה.



חשב את המטען על כל אחד מהקבלים C_1 ו- C_2 ואת הזרם שמורה האמפרמטר A (לאחר זמן אינסופי) בכל אחד מהמקרים הבאים:

- מפסק S_1 בלבד סגור. (14 נק')
- מפסקים S_1 ו- S_2 סגורים. (14 נק')
- S_1, S_2, S_3 סגורים. ($5\frac{1}{3}$ נק')

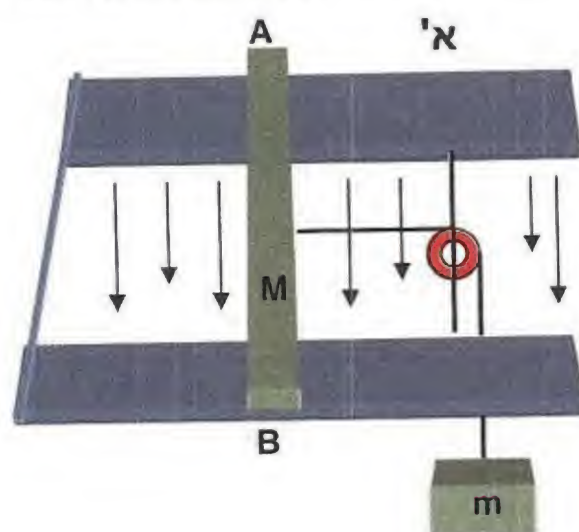
בתייל מוליך, שהתנגדותו ליחידת אורך $\lambda = 10 \Omega/\text{m}$, הורכבה המסגרת המתוארת בתרשים א' (רבוע ואלכסונו). המערכת נמצאת בשדה מגנטי אחיד, שעוצמתו $B = 0.5 \text{ T}$, המכוון אל תוך מישור התרשים. אל תוך המסגרת שאורך צלע חיצונית שלה $a = 2 \text{ m}$ מוזרם זרם $I = 50 \text{ A}$.



- א. מהי ההתנגדות השקולה של המסגרת בין הנקודות A ו-B? (8 נק')
 - ב. מהו הזרם בכל ענף של המסגרת? (6 נק')
 - ג. מהו הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת? (10 נק')
 - ד. משנים רק את כיוון השדה המגנטי והוא כעת כמתואר בתרשים ב'.
1. האם גודל הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת ישתנה? נמק. (4 נק')
 2. מה כיוונו של הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת? (5 1/3 נק')

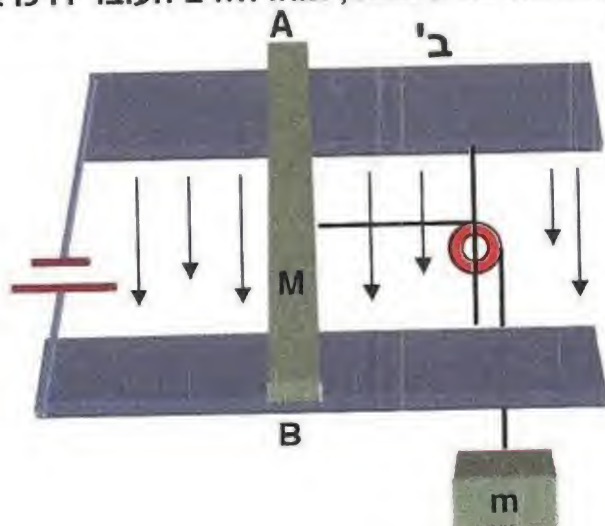
5

מוט מוליך שאורכו l , מסתו M והתנגדותו החשמלית R , מונח על מסילה אופקית חלקה, העשויה אף היא מחומר מוליך. בין שני חלקי המסילה מחובר תייל מוליך שהתנגדותו זניחה. המוט קשור באמצעות חוט אל גוף שמסתו m . החוט מחליק ללא חיכוך על גלגלת קטנה האחוזת בציר מבודד. (ראה תרשים א') כל המתקן מצוי באזור בו שורר שדה מגנטי אחיד, שעוצמתו B וכיוונו מצוין בתרשים. הנח כי המערכת משוחררת ממנוחה, והזנח את כוחות החיכוך ואת התנגדות התיילים והמסילה.




- א. מהו כיוון הזרם המושרה במוט? נמק. (4 נק')
- ב. תאר במילים את תנועת המוט (מבחינת המהירות והתאוצה). (4 נק')
- ג. חשב את המהירות המרבית אליה יגיע המוט. (4 נק')
- ד. במקום התייל המוליך מחברים בקצות המסילה מקור מתח ε שהתנגדותו הפנמית זניחה. (ראה תרשים ב') כאשר משחררים את המערכת ממנוחה מתברר שהמוט AB לא זז. מהו הכא"מ ε של מקור המתח? (4 נק')
- ה. החוט המחבר את המשקולת אל המוט ניקרע (כאשר הכא"מ ε מחובר).

1. לאיזה כיוון ינוע המוט, ומהי תאוצתו ההתחלתית? (4 נק')
2. לאיזו מהירות סופית מגיע המוט, ומהו הזרם העובר דרכו בזמן שהוא נע במהירות זו? (5 1/3 נק')



פתרונות - מבחן מספר 12

1



א. $\Sigma F = \frac{3}{4} k \frac{q^2}{R^2}$ כלפי המרכז
 ב. 0
 ג. ←
 ד. $E_{el} = -\frac{3}{2} k \frac{q^2}{R}$
 ה. $V = \sqrt{\frac{3kq^2}{4mR}}$

3

א. $Q = 142.87 \mu C, I = \frac{1}{6} A$
 ב. $I = \frac{1}{6} A$
 $Q_1 = 100 \mu C$
 $Q_2 = 200 \mu C$
 ג. $I = 1 A, Q_1 = Q_2 = 0$

2

א. 5A
 ב. $\varepsilon_2 = 53V, \varepsilon_3 = 9V$
 ג. 18V
 ד. 1.21A (1)
 1.928V (2)
 $U_3 = 7.78V, U_2 = 53V, U_1 = 6.78V$ (3)

5

א. מ-B ל-A
 ב. תנועה בתאוצה עד למהירות מקסימלית, ולאחר מכן תנועה קצובה.
 ג. $V = \frac{mgR}{L^2 B^2}$
 ד. $\varepsilon = \frac{mgR}{LB}$
 ה. (1) שמאלה, $a = g$
 (2) $i = 0, V = \frac{mgR}{L^2 B^2}$

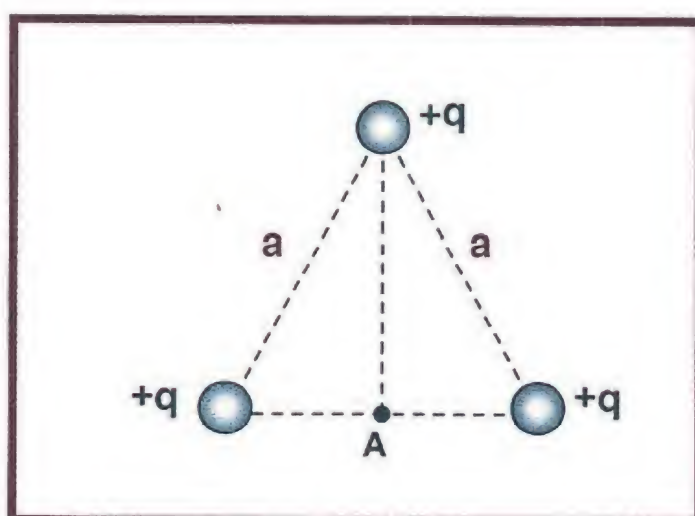
4

א. $R = 11.715 \Omega$
 ב. $I_1 = I_2 = 14.67 A, I_3 = 20.76 A$
 ג. $F = 70.83 N$, ימינה
 ד. (1) לא
 (2) החוצה מהדף

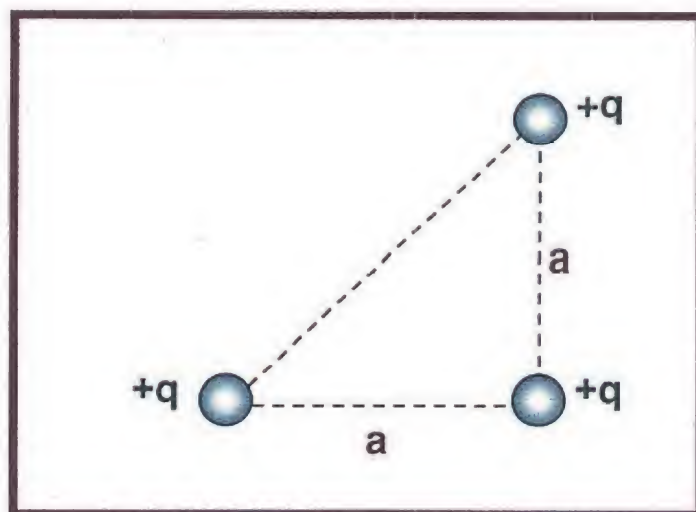
מבחן מספר 13

שלושה מיטענים נקודתיים $+q$ מוחזקים בקודקודי משולש שווה צלעות, שאורך צלעו a .
(ראה תרשים א')

1



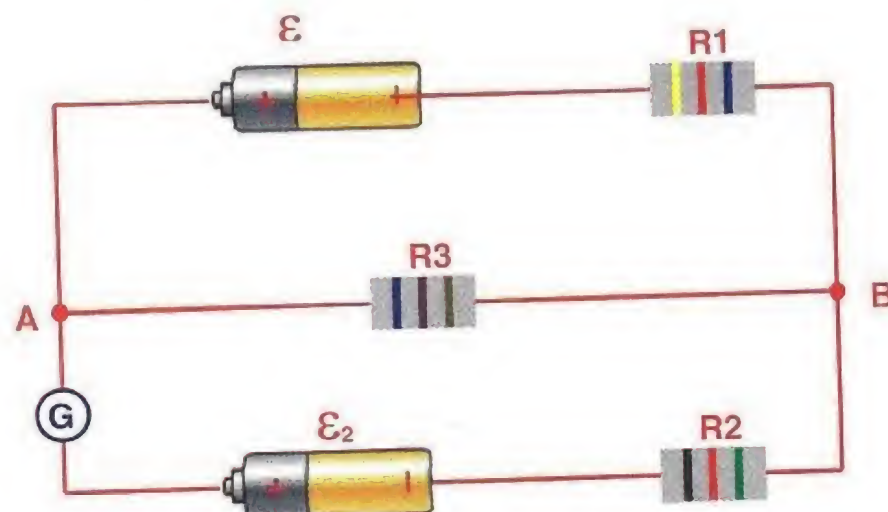
- מהי העבודה החיצונית הדרושה בהבאת מערכת המיטענים מאינסוף למקומם? (6 נק')
- מהי עוצמת השדה, ומהו הפוטנציאל בנקודה A, הנמצאת במחצית המרחק בין המיטענים שבבסיס המשולש? (7 נק')
- היכן יש למקם מיטען נוסף $+q$ בכדי שעוצמת השדה בנקודה A תתאפס? (7 נק')
- מהי העבודה החיצונית הנדרשת כדי להעביר את מערכת המיטענים מסידור המתואר בתרשים א' לסידור המתואר בתרשים ב'? (7 נק')



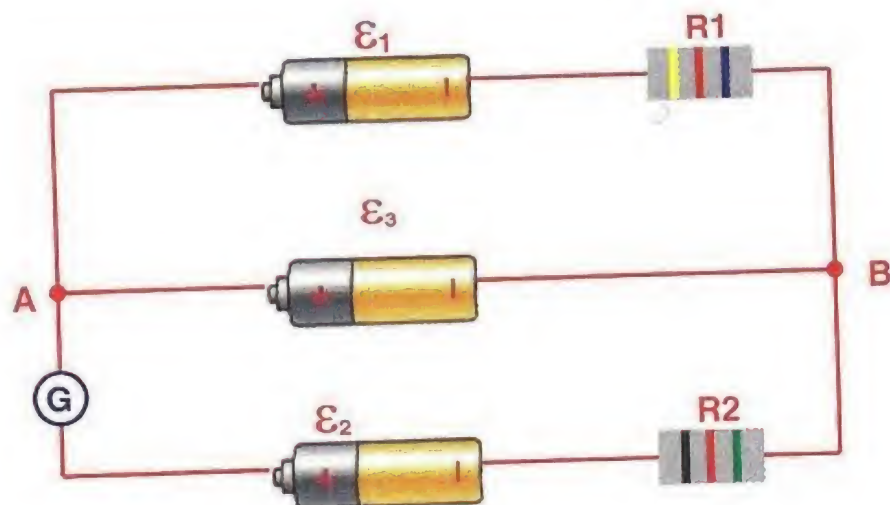
- מקודקודי משולש שווה צלעות, שאורך צלעו a , משחררים 3 חלקיקים זהים, שמטען כל אחד מהם $+q$ ומסתו m . מה תהיה מהירותו הסופית של כל אחד מהמיטענים? (6½ נק')

2

התרשים שלפניך מתאר מעגל חשמלי, שכולל שני מקורות כ"מ $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$, שהתנגדותיהם הפנימיות ניתנות להזנחה, שלושה נגדים R_1, R_2, R_3 וגליונומטר, שהתנגדותו זניחה.



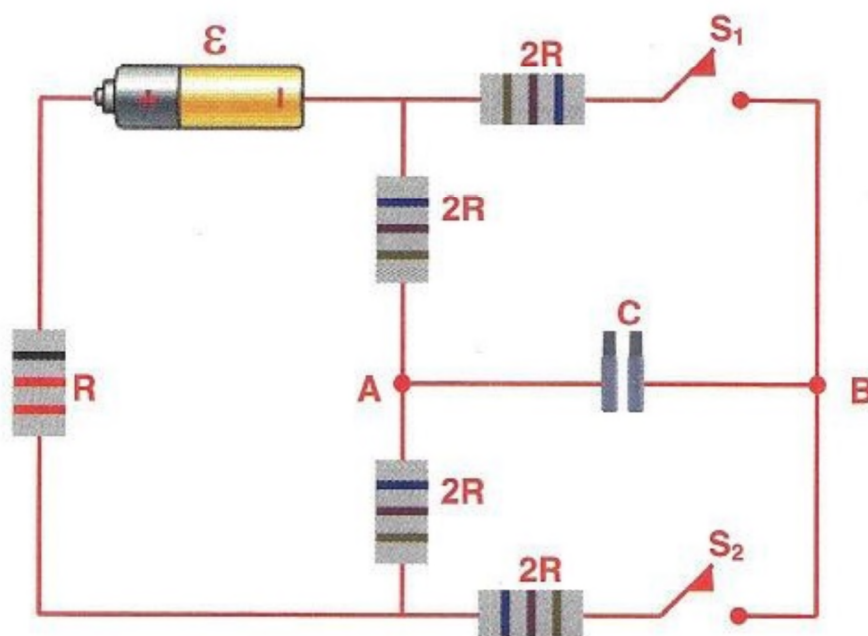
- באמצעות נתוני המעגל ועל סמך חוקי קירכוהוף, רשום משוואות, שמתוכן ניתן למצוא את הזרמים העוברים דרך שני המקורות. אינך נדרש לפתור את המשוואות. (8 נק')
- איזה קשר מתמטי מתקיים בין הנתונים הנ"ל, אם הגליונומטר מראה אפס? (6 נק')
- מנתקים את הנגד R_3 מהחיבור למעגל. איזה קשר מתמטי מתקיים בין הנתונים הנ"ל, אם הגליונומטר מראה אפס? (8 נק')
- מנתקים את הנגד R_3 ומחברים מקור מתח בעל כ"מ \mathcal{E}_3 , שהתנגדותו זניחה.



- איזה קשר מתמטי מתקיים בין הנתונים הנ"ל, אם הגליונומטר מראה אפס? (5 1/3 נק')
- מהו הזרם העובר דרך מקור הכ"מ \mathcal{E}_1 ? (6 נק')

3

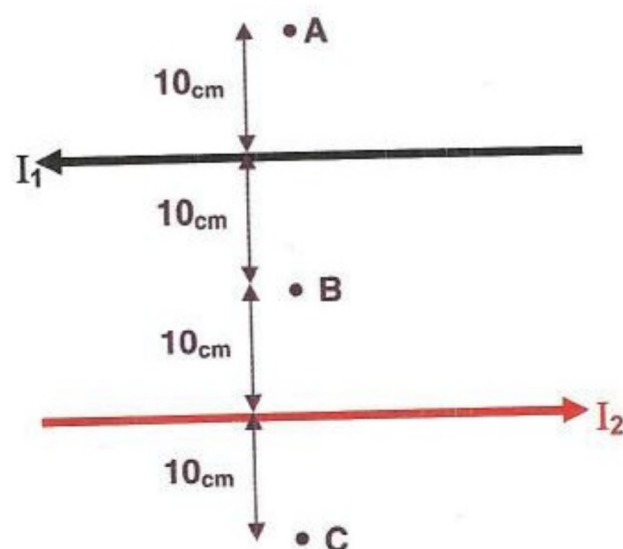
במעגל החשמלי המופיע בתרשים ההתנגדות הפנימית של הסוללה זניחה.
נתונים: C, R, \mathcal{E}



כאשר המפסק S_1 סגור ו- S_2 פתוח:

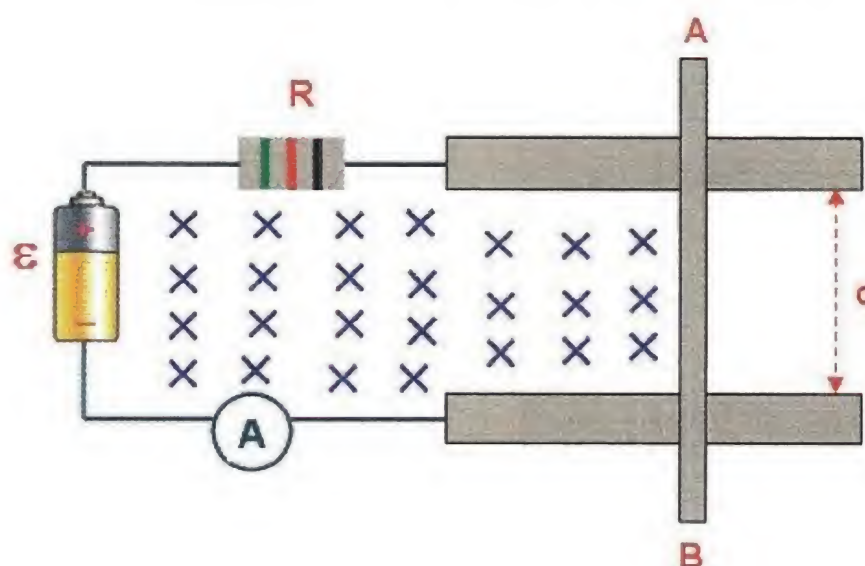
- א. מהו הזרם העובר דרך הסוללה? (5 נק')
 - ב. מהו המיטען על לוחות הקבל? (5 נק')
 - ג. מהו הפרש הפוטנציאלים V_{AB} ? (5 נק')
- סוגרים גם את המפסק S_2 (S_1 נשאר סגור).
- ד. מהו הפרש הפוטנציאלים V_{AB} ? (5 נק')
 - ה. חשב את האנרגיה האצורה בקבל:
- (1) כאשר S_1 סגור S_2 פתוח. (5 נק')
 - (2) כאשר שני המפסקים סגורים. (5 נק')
- ו. מהי סיבת ההבדל בין האנרגיות שחישבת בסעיף הקודם? (3½ נק')

שני תיילים ארוכים ומקבילים זה לזה נושאים זרמים שעוצמתם $I_1=8A$, $I_2=4A$.
(ראה תרשים)



- א. האם קיים מקום, בו מתאפס השדה המגנטי השקול, הנוצר ע"י הזרמים?
אם כן – מצא היכן, אם לא – נמק מדוע. (8 נק')
- ב. מהי העוצמה ומהו הכיוון של השדה המגנטי הנוצר בנקודות A, B ו-C?
שבתרשים? (9 נק')
- ג. מהו הכוח ליחידת אורך שהתיילים מפעילים זה על זה? (5 נק')
- ד. אלקטרון נע במהירות $V=2 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$. מהו הכוח האלקטרומגנטי (גודל וכיוון) הפועל על האלקטרון, כשהוא נמצא בכל אחת מהנקודות A, B ו-C, אם הוא נע:
 1. כלפי מטה? (3 נק')
 2. ימינה? (3 נק')
 3. פנימה במאונך למישור התיילים? (3 נק')
 4. החוצה במאונך למישור התיילים? (2½ נק')

שני מוטות מוליכים מקבילים ואופקיים, שהמרחק ביניהם $d=0.2\text{m}$ נמצאים בשדה מגנטי אחיד $B=4\text{T}$, המאונך למישור, הנוצר על ידי שני המוטות וכיוונו "מחוץ לדף". המוטות מחוברים למקור כח"מ $\mathcal{E}=9\text{V}$, $r=1\Omega$, לנגד $R=8\Omega$ ולמד זרם A . מניחים על גבי שני המוטות ובמאונך להם מוט מוליך שלישי AB . (ראה תרשים) ההתנגדויות החשמליות של מד-הזרם ושל המוטות זניחות, וכן זניח החיכוך בין המוט AB לבין המוטות המקבילים. על המוט AB מפעילים כוח חיצוני אופקי F , כדי להחזיקו במנוחה.



- א. 1. חשב את הזרם העובר במוט AB (גודל וכיוון). (5 נק')
2. חשב את גודלו ואת כיוונו של הכוח החיצוני F . (5 נק')
- ב. מפסיקים את פעולת הכוח החיצוני F :
 1. האם המוט AB ינוע שמאלה, ימינה או יישאר במקומו? הסבר. (4 נק')
 2. האם עוצמת הזרם תגדל, תקטן או לא תשתנה. הסבר. (4 נק')
 3. חשב מהי המהירות המכסימלית של המוט AB . (5 נק')
- ג. 1. עתה מסיעים את המוט AB שמאלה במהירות קבועה.

האם עוצמת הזרם דרך המוט תהיה גדולה או קטנה מזו שזרמה דרכו, כאשר הוחזק במנוחה על ידי הכוח F ? הסבר. (5 נק')
2. מצא את גודלו של הכוח החיצוני הדרוש כדי שבמעגל יעבור זרם שעצמתו 2A עם כיוון השעון. (5 1/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 13

4

א. באזור C, $X=0.2\text{m}$

ב. $B_A=1.33 \cdot 10^{-5}\text{T}$ פנימה.
 $B_B=2.4 \cdot 10^{-5}\text{T}$ החוצה.
 $B_C=2.66 \cdot 10^{-6}\text{T}$ פנימה.

ג. $3.2 \cdot 10^{-5}\text{N}$

ד. (1) $F_A=4.27 \cdot 10^{-18}\text{N}$ (שמאלה)
 $F_B=7.68 \cdot 10^{-18}\text{N}$ (ימינה),
 $F_C=8.51 \cdot 10^{-19}\text{N}$ (שמאלה).

(2) $F_A=4.27 \cdot 10^{-18}\text{N}$ (מטה)
 $F_B=7.68 \cdot 10^{-18}\text{N}$ (מעלה),
 $F_C=8.51 \cdot 10^{-19}\text{N}$ (מטה).

0 (3)
 0 (4)

1

א. $W = 3k \frac{q^2}{a}$

ב. $E = k \frac{4q}{3a^2}$ - כלפי מטה.

ג. $V = 2k \frac{q}{a} (2 + \frac{1}{\sqrt{3}})$
 מתחת לנק' A, במרחק זהה לזה של המטען העליון.

ד. $\Delta W = k \frac{q^2}{a} (\frac{1}{\sqrt{2}} - 1)$

ה. $V = q \sqrt{\frac{2k}{ma}}$

3

א. $I = \frac{\varepsilon}{5R}$

ב. $Q = \frac{2}{5} C \varepsilon$

ג. $U = \frac{2}{5} \varepsilon$

ד. 0

ה. $\frac{2}{25} C \varepsilon^2$

0.2

5

א. (1) 1A מ-A ל-B
 (2) 0.8N שמאלה.

ב. (1) ימינה.
 (2) תקטן.
 (3) 11.25m/sec

ג. (1) גדולה.
 (2) 1.6 N

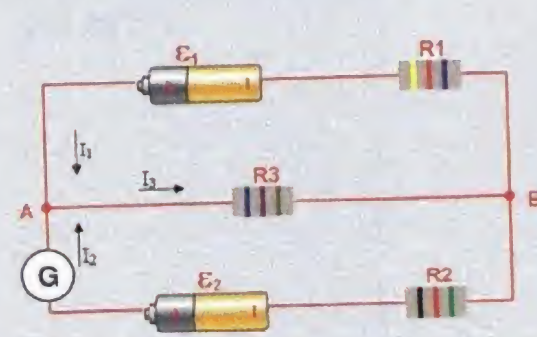
2

א. $\varepsilon_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$
 $\varepsilon_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$
 $I_1 + I_2 = I_3$

ב. $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{R_1 + R_3}{R_3}$

ג. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$

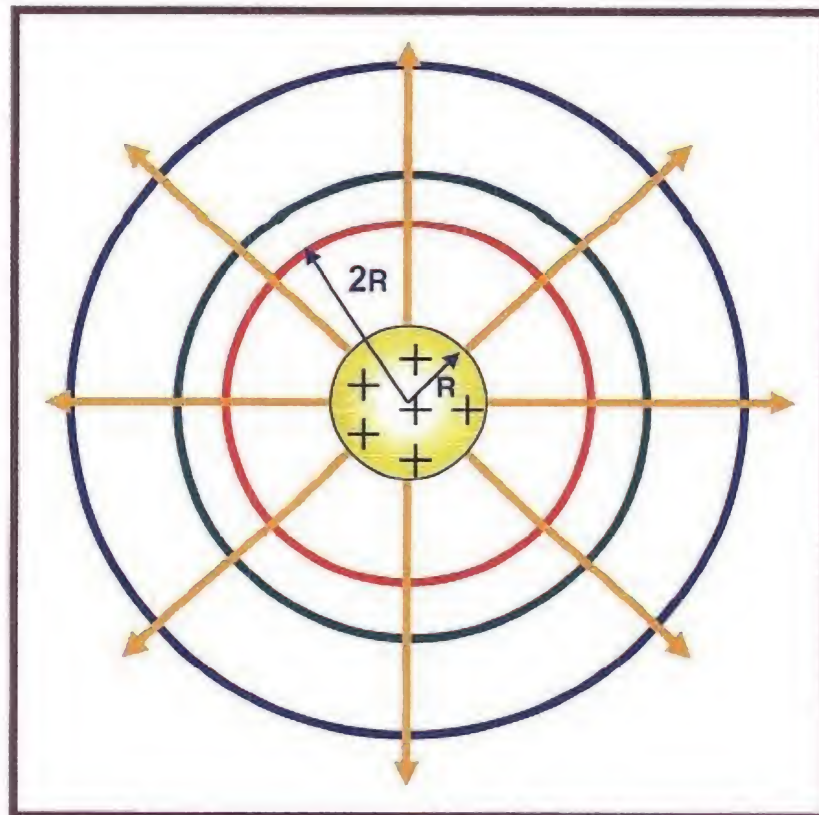
ד. (1) $\varepsilon_3 = \varepsilon_2$
 (2) $\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{R_1}$



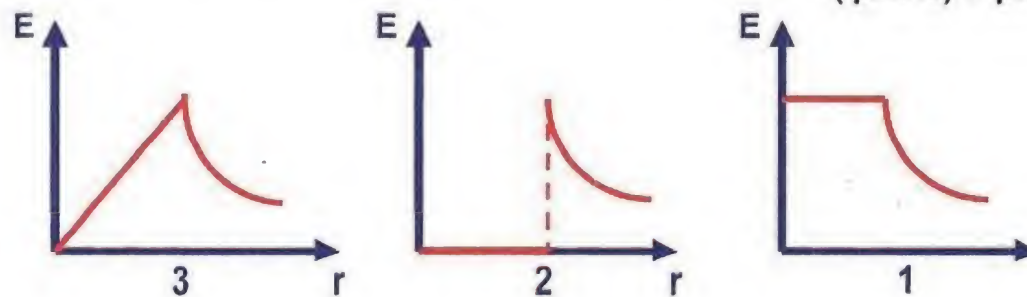
מבחן מספר 14

כדור העשוי מחומר מבודד שרדיוסו R טעון במטען חיובי בצפיפות נפחית ρ .
ידוע שעוצמת השדה החשמלי במרחק $2R$ ממרכזו היא E .
נתונים: ϵ_0, E, ρ

1

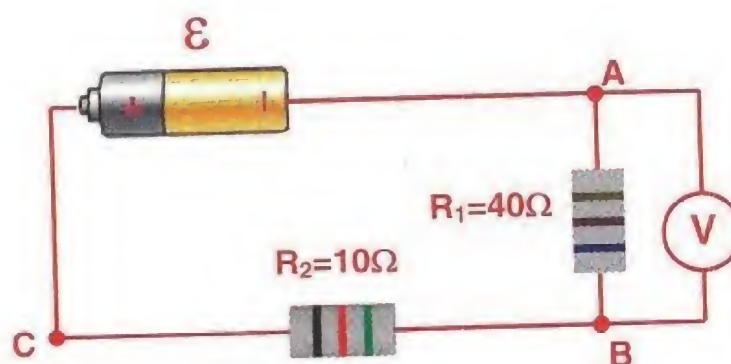


- א. מצא את מיטען הכדור Q . (8 נק')
- ב. מצא את רדיוסו של הכדור R . (6 נק')
- ג. מהו הפוטנציאל החשמלי ומהו השדה החשמלי על פני הכדור? (8 נק')
- ד. בתרשים מסומנים מספר משטחים שווי-פוטנציאל וקווי שדה (הפוטנציאל במרחק אינסופי מהכדור הוא אפס).
1. הסבר מדוע קווי השדה מאונכים למשטחים שווי פוטנציאל. (4 נק')
2. מהי עבודת השדה החשמלי, כאשר מיטען $+q$ ידוע מועבר מפני הכדור לנקודה הנמצאת במרחק $2R$ ממרכז הכדור? (4 נק')
- ה. איזה גרף מתאר נכונה את השדה החשמלי כפונקציה של המרחק ממרכז הכדור הנתון? (3% נק')



2

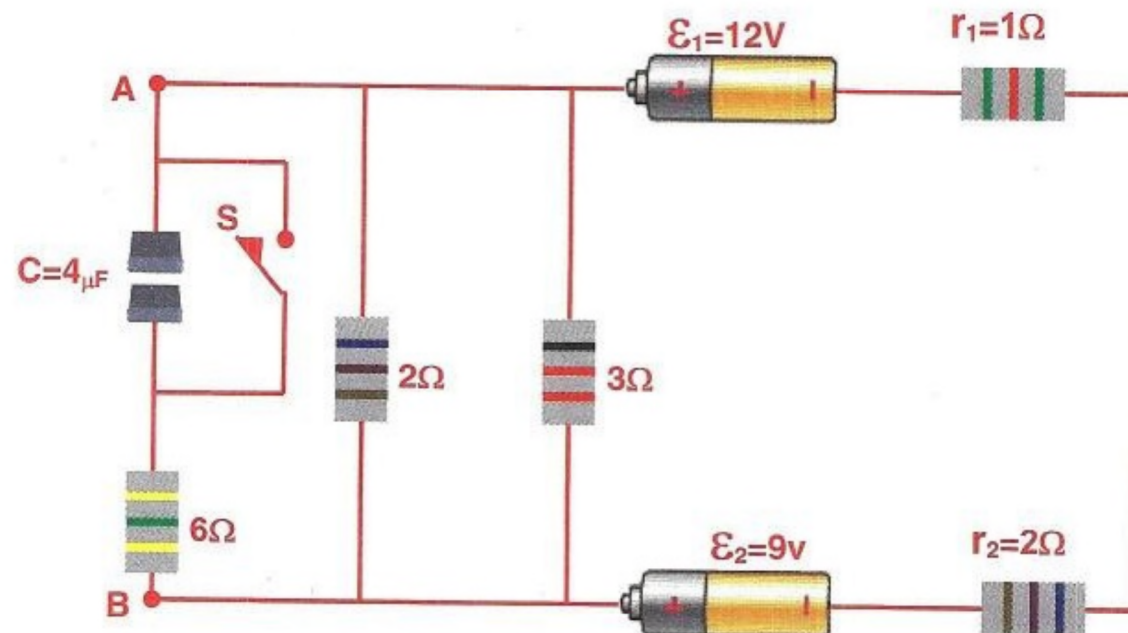
לרשותו של תלמיד הועמד מד-מתח שהתנגדותו 10Ω .
 התלמיד בנה מעגל חשמלי, המורכב משני נגדים, שהתנגדותיהם $R_1=40\Omega$ ו- $R_2=10\Omega$,
 מקור שהכא"מ שלו אינו ידוע והתנגדותו הפנימית זניחה. (ראה תרשים)
 כאשר התלמיד חיבר את מד-המתח בין הנקודות A ו-B, המתח עליו הורה מד-המתח
 היה $80V$.



- א. חשב את הכא"מ של מקור המתח. (6 נק')
- ב. מה יורה מד-המתח כאשר יחובר בין נקודות B ו-C? (6 נק')
- ג. חשב את ההספק המתבזז במעגל:
 1. כאשר מד-המתח מחובר בין הנקודות A ו-B. (4 נק')
 2. כאשר מד-המתח מחובר בין הנקודות B ו-C. (4 נק')
- ד. האם המתח בין הנקודות B ו-C, כאשר הוולטמטר אינו מחובר, גדול, קטן או שווה לזה שהתקבל, כאשר הוולטמטר היה מחובר בין שתי הנקודות (B ו-C)? נמק. (4 נק')
- ה. לאותו מעגל חשמלי מחברים מד-מתח שני, שהתנגדותו הפנימית אינה ידועה. כאשר מד המתח חובר בין הנקודות B ו-C, התקבלה קריאה של $30V$.
 1. נמק במילים, האם התנגדותו הפנימית של מד המתח השני גדולה, קטנה או שווה להתנגדותו של מד המתח הראשון? (3 נק')
 2. חשב את התנגדותו הפנימית של מד המתח השני. (3 נק')
- ו. מה תהיה קריאת מד-המתח השני, אם יחובר בין הנקודות A ו-B? ($3\frac{1}{3}$ נק')

נתון המעגל החשמלי המופיע בתרשים.

3



כאשר המפסק S סגור :

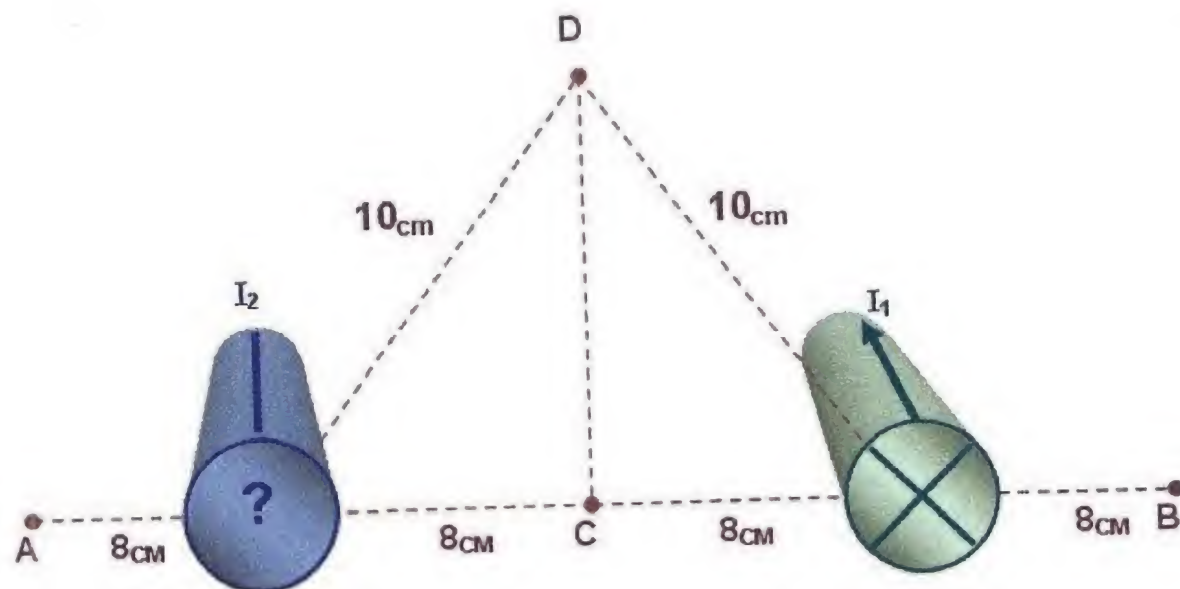
- א. מהם הזרמים (גודל וכיוון) העוברים בנגדים? (6 נק')
- ב. מהו המתח V_{AB} ? (4 נק')

כאשר המפסק S פתוח:

- ג. מהם הזרמים (גודל וכיוון) העוברים בנגדים? (6 נק')
 - ד. מהו המתח, מהו המטען ומהי האנרגיה של הקבל? (10 נק')
 - ה. מכניסים אל תוך הקבל חומר דיאלקטרי:
1. האם הגודל והכיוון של הזרמים בנגדים ישתנה? נמק. (3½ נק')
 2. האם המתח על הקבל ישתנה? נמק. (4 נק')

4

שני תיילים ארוכים, ישרים ומקבילים זה לזה מרוחקים 16 ס"מ האחד מהשני. התייל הימני נושא זרם $I_1=4A$ במגמה אל תוך מישור הדף. (ראה תרשים)



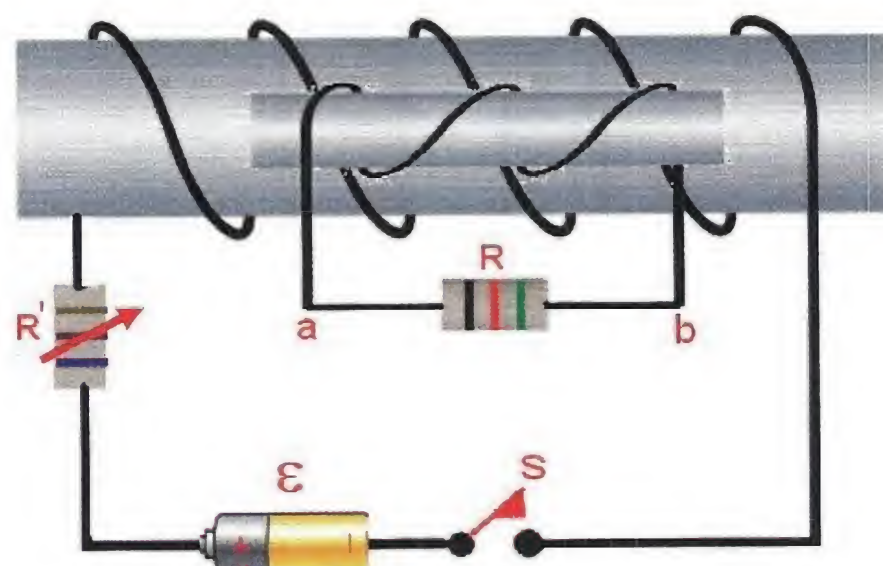
א. מהו גודלו ומהי מגמתו של הזרם I_2 בתייל השמאלי, אם השדה המגנטי השקול בנקודה A הנמצאת במרחק 8 ס"מ מהתייל השמאלי שווה לאפס? (8 נק')

ב. מהו אז השדה השקול:

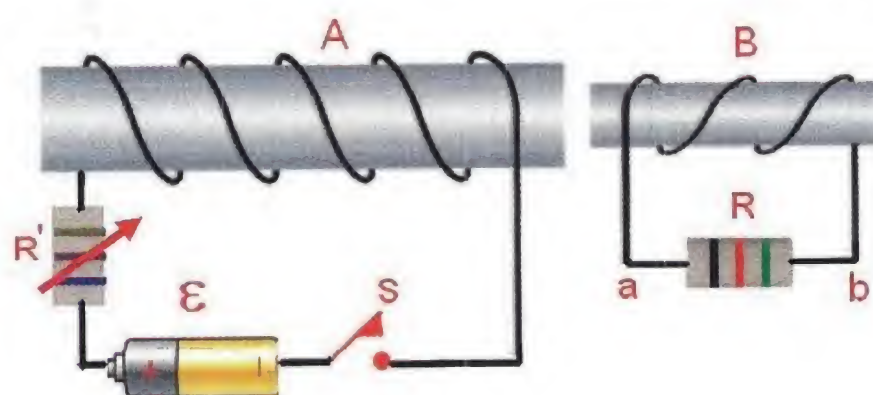
1. בנקודה B הנמצאת במרחק 8 ס"מ מהתייל הימני? (6 נק')
2. בנקודה C הנמצאת באמצע המרחק בין התיילים? (6 נק')
3. בנקודה D הנמצאת במרחק 10 ס"מ מכל אחד מהתיילים? (6 נק')

ג. מהו הכוח המגנטי (גודל וכיוון) הפועל על אלקטרון הנע במהירות $v=2 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$ אל תוך מישור התרשים בנקודה C? (7 1/3 נק')

סילונית ארוכה, שבה 500 ליפופים לכל מטר, מחוברת למקור מתח, המזרים דרכה זרם I . עוצמת הזרם משתנה לפי הפונקציה $I = 5/t$ (בשניות, I באמפרים). במרכז הסילונית נימצא סליל דק, שצירו מתלכד עם ציר הסילונית. רדיוס הסליל 1 ס"מ ובו 10 ליפופים. הסליל מחובר לנגד $R = 4 \Omega$ (ראה תרשים).



- רשום ביטוי המתאר את הכא"מ המושרה בסליל כפונקציה של הזמן. (10 נק')
- מהי עוצמת הזרם בנגד R ומה כיוונו ברגע $t = 5$ (s)? (7½ נק')
- מוציאים את הסליל הדק מהסילונית ומציבים את הסילונית כמתואר בתרשים הבא:



עבור כל אחד מהמצבים הבאים קבע, אם יזרום זרם דרך הנגד R ובאיזה כיוון. נמק את קביעתך.

- סוגרים את המפסק S . (4 נק')
- זמן מה לאחר סגירת המפסק מגדילים את התנגדות הנגד המשתנה. (4 נק')
- כשהמפסק S סגור, מניעים את הסילונית ואת הסליל ימינה באותה המהירות. (4 נק')
- כשהמפסק פתוח והסילונית והסליל נמצאים במנוחה, מחברים מקור מתח חילופין במקום הסוללה, וסוגרים את המפסק. (4 נק').

תשובות - מבחן מספר 14

1

א. $R = \frac{12 \cdot E \cdot \epsilon_0}{\rho}$
 ב. $Q = \frac{2304 \cdot \pi \cdot E^3 \cdot \epsilon_0^3}{\rho^2}$
 ג. $\frac{48 \cdot E^2 \cdot \epsilon_0}{\rho}$, $4E$
 ד. $-\frac{24 \cdot E^2 \cdot \epsilon_0}{\rho} \cdot q$

ה. גרף 3

2

- א. 180V
 ב. 20V
 ג. 1 (1800J)
 ד. 2 (720J)
 ה. גדול יותר.
 ו. 1 (גדולה יותר).
 ז. 2 (40Ω)
 ח. 120V

3

- א. $I_{(1)}=0.75A$, $I_{(6)}=0.125A$, $I_{(3)}=0.25A$, $I_{(2)}=0.375A$
 ב. $U=0.75V$
 ג. $I_{(1)}=0.714A$, $I_{(2)}=0.428A$, $I_{(3)}=0.285A$
 ד. $Q=3.43\mu C$, $E_p=1.47\mu J$, $U=0.857V$
 ה. 1) לא
 2) לא

4

- א. $I=1.33A$ (החוצה מהדף)
 ב. 1) $B_B=8.88 \cdot 10^{-6}T$ (מטה)
 2) $B_C=1.33 \cdot 10^{-5}T$ (מעלה)
 3) $\alpha=69.4^\circ$, $B_D=9.11 \cdot 10^{-6}T$
 ג. $F=4.256 \cdot 10^{-18}N$, שמאלה.

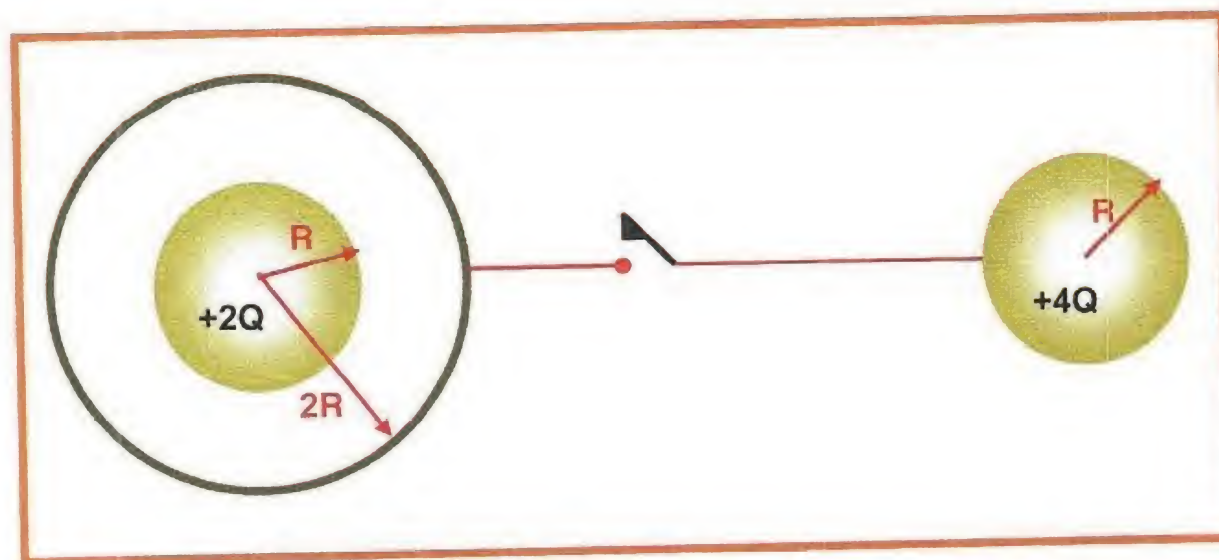
5

- א. $\epsilon = \frac{10^{-5}}{t^2}$
 ב. $1 \cdot 10^{-7}A$, מ-b ל-a.
 ג. 1) מ-b ל-a.
 2) מ-a ל-b.
 3) לא יזרום זרם.
 4) יהיה זרם חילופין.

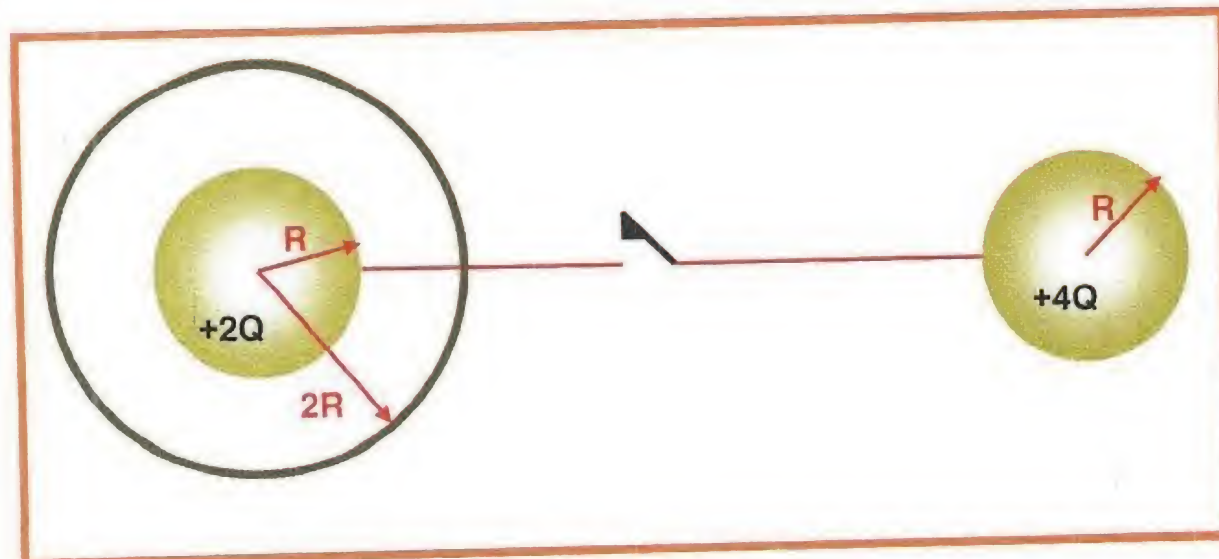
מבחן מספר 15

1 כדור מוליך, שרדיוסו R ומיטענו $+2Q$, מוקף ע"י קליפה כדורית ניטרלית, שרדיוסה $2R$. שני הגופים הם בעלי מרכז משותף.
כדור מוליך שני, שרדיוסו R ומטענו $+4Q$, נימצא רחוק מאד ממערכת הקליפה והכדור. מחברים את הכדור השני אל הקליפה בעזרת תיל מוליך.

נתונים: R, Q, K

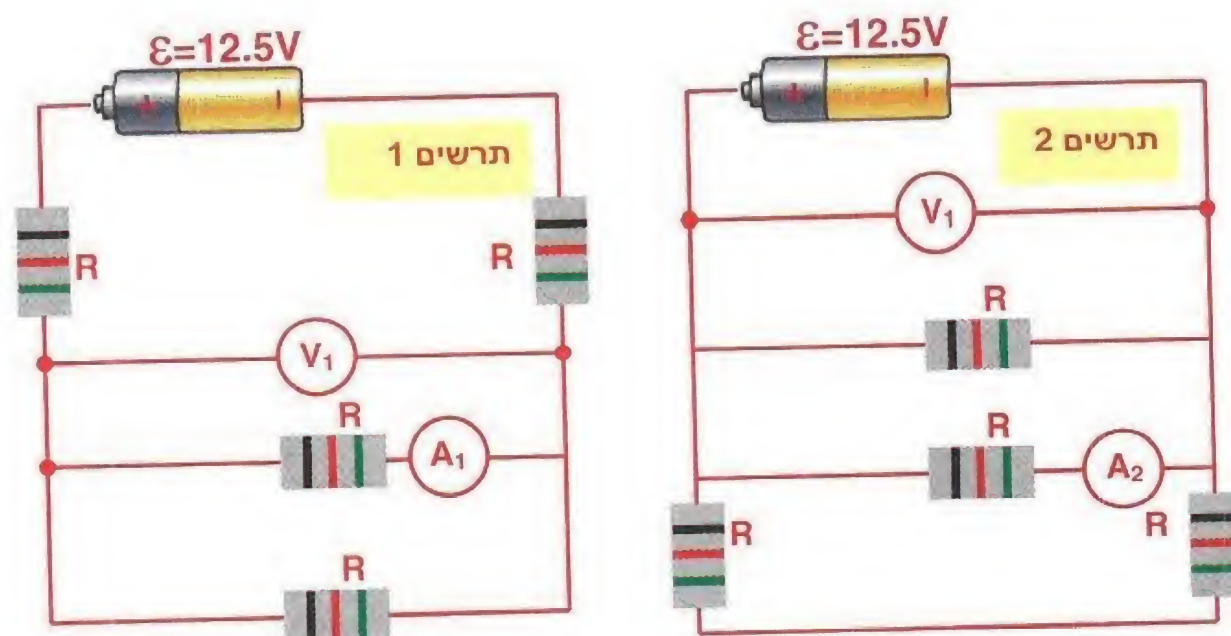


- מה היה הפוטנציאל על פני כל אחד מהכדורים לפני סגירת המפסק? (6 נק')
- מהו הפוטנציאל על פני הקליפה לפני סגירת המפסק? (4 נק')
- מצא את המיטען של הקליפה ושל הכדור השני, אחרי שהמערכת הגיעה לשיווי-משקל בעקבות סגירת המפסק. (12 נק')
- מהו הפוטנציאל על פני כל אחד מהכדורים ועל פני הקליפה לאחר התייצבות המערכת? (6 נק')
- מה היה הפוטנציאל על פני כל אחד מהכדורים (לאחר סגירת המפסק), אם את התיל המוליך היו מחברים אל הכדור הפנימי ולא אל הקליפה? נמק. (5 1/3 נק') (ראה תרשים)



2

ארבעה נגדים זהים חוברים בשני אופנים למקור מתח. ההתנגדות של מקור המתח ושל מדי הזרם ניתנות להזנחה, והתנגדות מדי המתח היא גדולה מאוד.



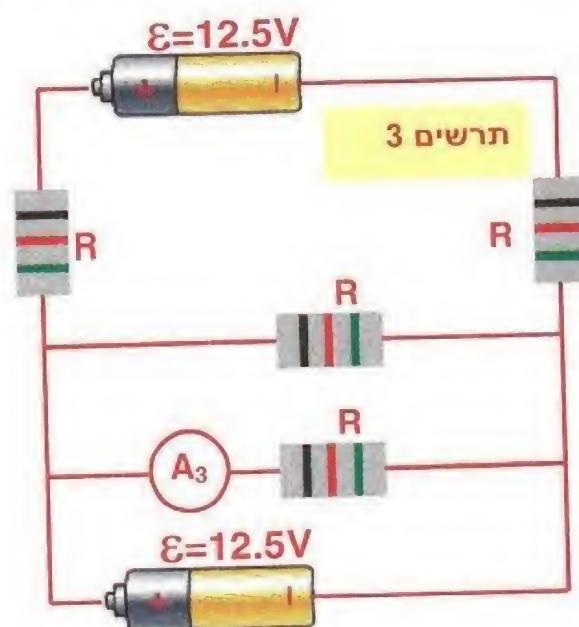
א. חשב את התנגדותו של כל אחד מהנגדים, אם ההתנגדות השקולה של הרשת המתוארת בתרשים 1 גדולה ב- 21Ω מהרשת המתוארת בתרשים 2. (8 נק')

ב. על איזה זרם מורה כל אחד ממדי הזרם? (6 נק')

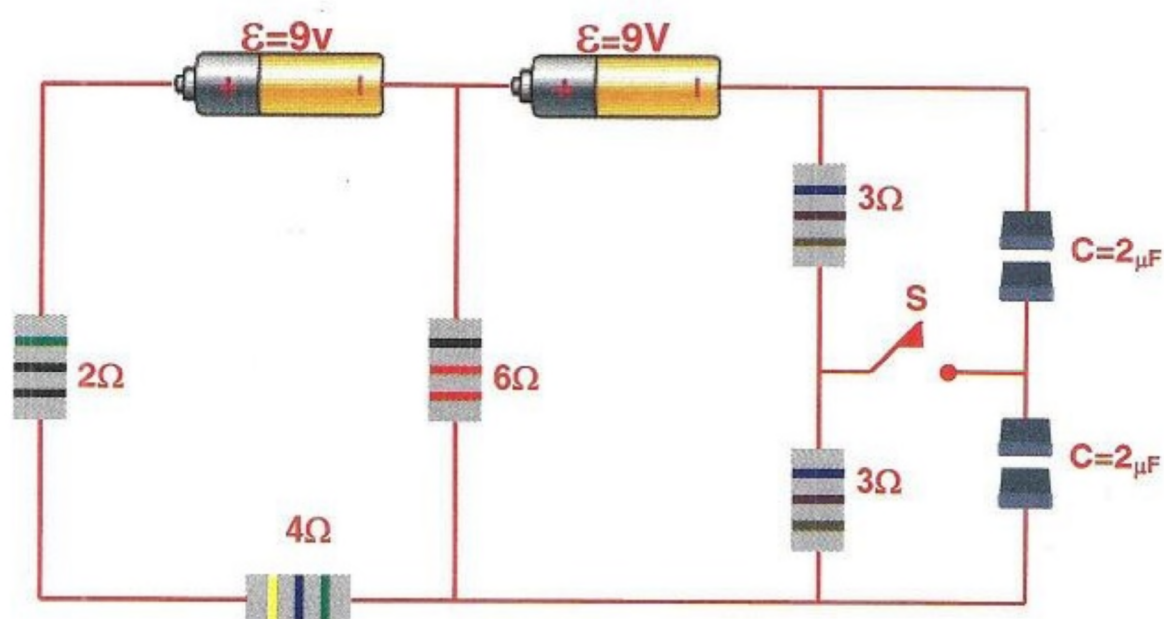
ג. על איזה מתח מורה כל אחד ממדי המתח? (6 נק')

ד. למעגל החשמלי המתואר בתרשים 1 מחברים מקור מתח זהה כמתואר בתרשים 3.

1. על איזה זרם מורה מד הזרם? נמק. (6 נק')
2. מהו הזרם העובר דרך כל אחד מהמקורות? נמק. (7½ נק')



במעגל החשמלי המופיע בתרשים ההתנגדויות הפנימיות של מקורות המתח זניחות.



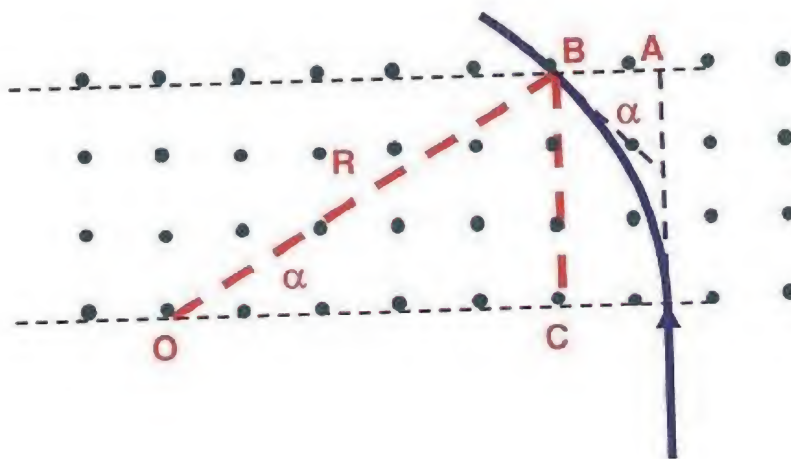
כאשר המפסק S פתוח :

- א. מהו הזרם העובר בנגד שהתנגדותו 6Ω . (8 נק')
- ב. מהו המטען על כל קבל? (6 נק')

כאשר המפסק S סגור:

- ג. מהו הזרם העובר בנגד שהתנגדותו 6Ω לאחר התייצבות המעגל? (6 נק')
- ד. מהו המטען על כל קבל לאחר התייצבות המעגל? (6 נק')
- ה. מהו השינוי באנרגיה האצורה במערכת הקבלים בין המצב בו המפסק היה פתוח, לבין המצב בו המפסק S סגור? ($7\frac{1}{3}$ נק')

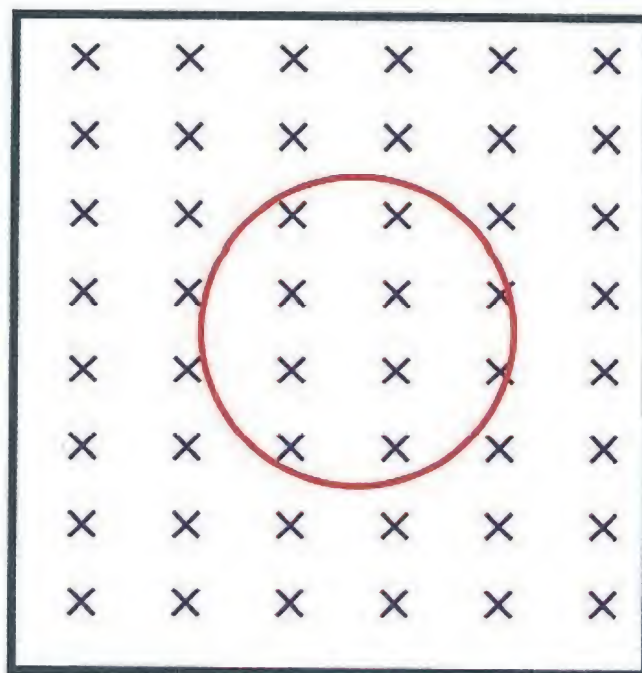
אלומת חלקיקים בעלי אנרגיה של $6.4 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ נכנסת לשדה מגנטי אחיד ברוחב של 20 ס"מ, שעוצמתו 0.5T וכיוונו החוצה מתוך הדף. האלומה נעה לאורך קשת של מעגל שמרכזו O ורדיוסו $R=0.6 \text{ m}$, ויוצאת מהשדה כשהיא מוטה בזווית α ביחס לכיוונה המקורי. (ראה תרשים)



- מהו סימן המטען של כל חלקיק באלומה? נמק. (5 נק')
- חשב באיזו זווית (α) מוטה האלומה ביחס לכיוונה המקורי. (5 נק')
- חשב את מרחק הסטייה האופקי של האלומה מכיוונה המקורי (המרחק AB). (5 נק')
- נתון כי מסת כל חלקיק באלומה $m = 9.1 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.
 - חשב את מהירות החלקיקים באלומה. (5 נק')
 - חשב את מטען כל חלקיק באלומה. (5 נק')
 - חשב את זמן התנועה של החלקיק בשדה המגנטי. (5 נק')
- מהי האנרגיה המרבית האפשרית כדי להבטיח שהחלקיקים לא יצאו מהשדה? (3½ נק')

5

בשדה מגנטי המשתנה בזמן נמצאת טבעת מוליכה, שרדיוסה 0.2m והתנגדותה החשמלית $80(\Omega)$. השדה המגנטי מכוון בניצב למישור הטבעת, וברגע $t=0$ עוצמתו היא 20 T , ועוצמה זו קטנה בקצב קבוע של 0.5 T/S .



- א. חשב כעבור כמה זמן תהיה עוצמת השדה המגנטי שווה לאפס? (5 נק')
- ב. הסבר מדוע נוצר כא"מ מושרה בטבעת, ומהו גודלו? (10 נק')
- ג. מהו כיוון הזרם המושרה בטבעת, ומהו גודלו? (6 נק')
- ד. במשך זמן דעיכת השדה (מרגע $t=0$ עד שהשדה התאפס), כמה מטען עבר? (6 נק')
- ה. כמה אנרגיית חום נוצרת בטבעת תוך כדי דעיכת השדה המגנטי? (6½ נק')

תשובות - מבחן מספר 15

1

א. $V_2 = k \frac{4Q}{R}; V_1 = k \frac{2Q}{R}$

ב. $V = k \frac{2Q}{2R} = k \frac{Q}{R}$

ג. $V = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q'}{2R} = k \frac{Q'}{R} \Rightarrow Q' + Q' = 4Q \Rightarrow Q'_2 = Q' = 2Q$

ד. $V = k \frac{2Q}{R}; V = k \frac{2Q}{R}; V = k \frac{2Q}{R}$

ה. $V = k \frac{3Q}{R}; V = k \frac{3Q}{R}; V = k \frac{3Q}{R}$

3

א. $I_3 = 0A$

ב. $Q = 9\mu C$

ג. $I_3 = 0A$

ד. $Q = 9\mu C$

ה. אין

2

א. $R = 10\Omega$

ב. $I_2 = 1.25A, I_1 = 0.25A$

ג. $U_1 = 2.5V, U_2 = 12.5V$

ד. (1) $1.25A$

(2) $0, 2.5A$

4

א. שלילי

ב. $\alpha = 19.47^\circ$

ג. $0.034m$

ד. $3.75 \cdot 10^6 m/s$ (1)

(2) $1.1375 \cdot 10^{-18} c$

(3) $5.437 \cdot 10^{-8} sec$

ה. $7.109 \cdot 10^{-14} J$

5

א. 40 שניות.

ב. $0.0628V$

ג. בכיוון השעון, $7.85 \cdot 10^{-4} A$

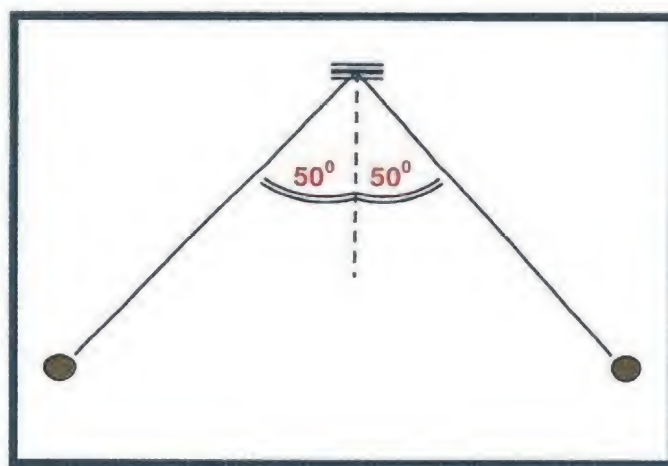
ד. $0.0314c$

ה. $E = \epsilon \cdot Q = 1.97 \cdot 10^{-3} J$

מבחן מספר 16

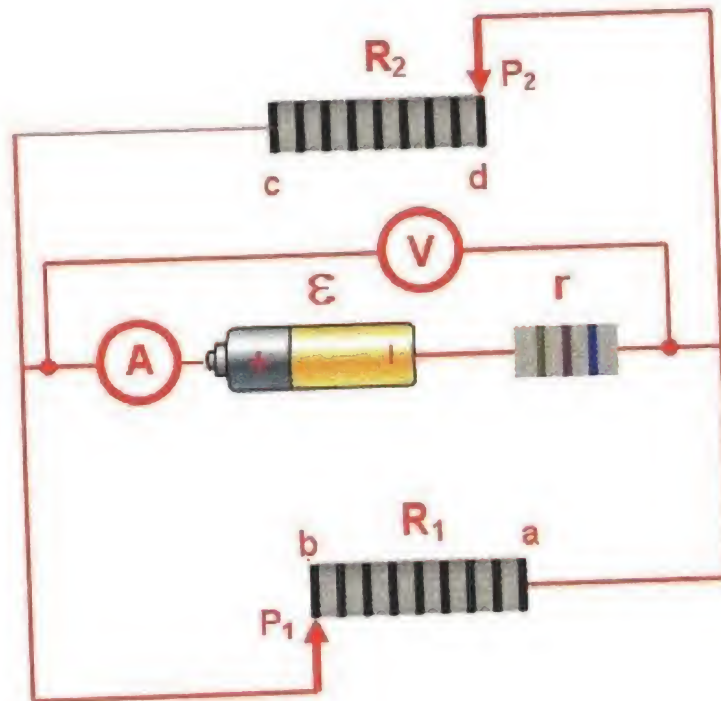
1

מנקודה משותפת בתקרה תלויים באמצעות חוטים מבודדים, שאורך כל אחד מהם 0.8 מ, שני כדורים מוליכים קטנים וזהים, שמסת כל אחד מהם 0.0035 ק"ג. הכדור הימני טעון במטען $+3.5 \mu\text{C}$, והכדור השמאלי במטען $+1.5 \mu\text{C}$. כתוצאה מהטעינה נפרשים החוטים כך, שכל אחד מהם יוצר זווית 50° עם האנך במצב שיווי משקל. (ראה תרשים)



- א. חשב את הכוח החשמלי הפועל בין הכדורים במצב שיווי משקל. (8 נק')
- ב. מצא את מסת כל אחד מהכדורים. (6 נק')
- ג. חשב את האנרגיה החשמלית האגורה במערכת במצב שיווי משקל. (6 נק')
- ד. באמצעות תייל מוליך דק, שהתנגדותו זניחה, מחברים את שני הכדורים ואחר כך מנתקים את התייל מהכדורים, והמערכת מתייצבת שוב בזווית של 25° עם האנך. חשב את הכוח הפועל בין הכדורים במצב החדש. (8 נק')
- ה. חשב את האנרגיה החשמלית האגורה במערכת במצב החדש, והשווה לזה שקיבלת בסעיף ב'. מהו המקור לשינוי? (5 1/3 נק')

המעגל בתרשים כולל סוללה שהכא"מ שלה \mathcal{E} , והתנגדות פנימית r , נגד משתנה R_1 , נגד משתנה R_2 , ומכשירי מדידה אידיאליים.

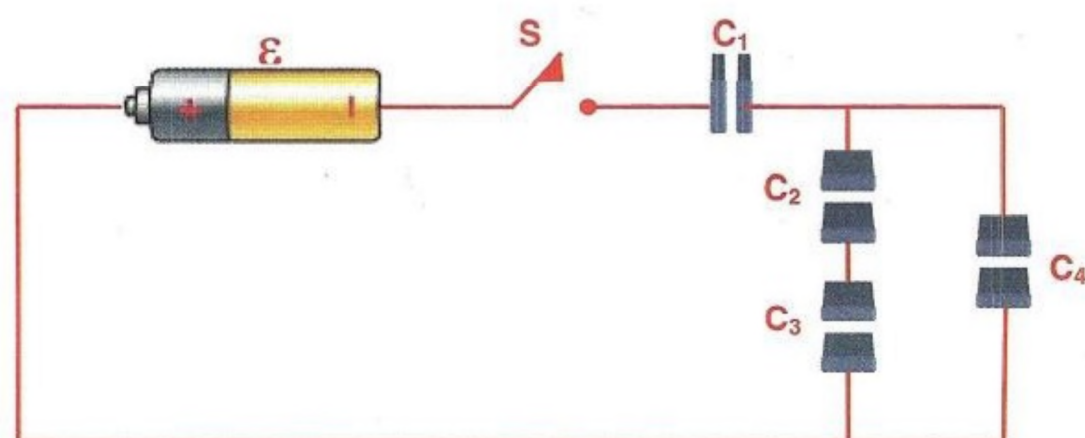


כאשר המגע הנייד P_1 ממוקם בנקודה b והמגע הנייד P_2 מנותק מהמעגל, מורה מד-הזרם $1A$ ומד-המתח $10V$.
כאשר המגע הנייד P_2 ממוקם בנקודה d והמגע הנייד P_1 מנותק מהמעגל, מורה מד-הזרם $0.5A$ ומד-המתח $11V$.

- חשב את הכא"מ ואת ההתנגדות הפנימית של מקור המתח. (6 נק')
- מהי ההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה R_1 ושל הנגד המשתנה R_2 ? (6 נק')
- מה תהיה הוריית מד-המתח ומד-הזרם, כאשר המגע הנייד יגיע לאמצע בכל אחד מהנגדים המשתנים? (6 נק')
- מה תהיה הוריית מכשירי המדידה, כאשר שני המגעים הניידים מנותקים מהמעגל? (6 נק')
- במצב בו שני המגעים הניידים מנותקים מהמעגל, מחליפים בין מקומות מד-המתח ומד-הזרם במעגל. האם תשובתך לסעיף ד' תשתנה? נמק. (4 נק')
- מחזירים את מכשירי המדידה למיקומם ההתחלתי, ומציבים את המגעים הניידים בנקודות a ו-c. מה תהיה הוריית מכשירי המדידה? נמק. (5 1/3 נק')

3

במעגל שמתואר בתרשים נתון ש: $C_1=C$ $C_2=2C$ $C_3=2C$ $C_4=C$.
הכא"מ של מקור המתח הוא \mathcal{E} .
נתונים: \mathcal{E} ו- C .

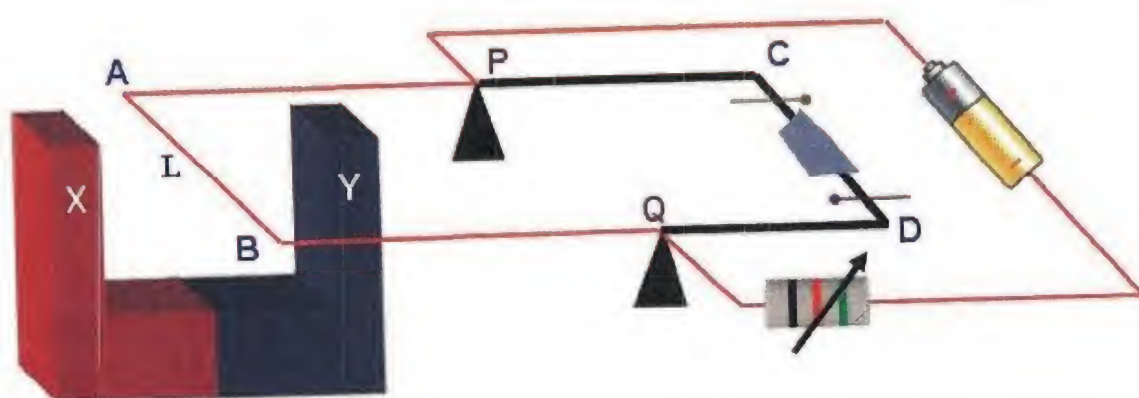


א. לאחר שסוגרים את המפסק S ממתינים עד שהמערכת מתייצבת.
חשב את:

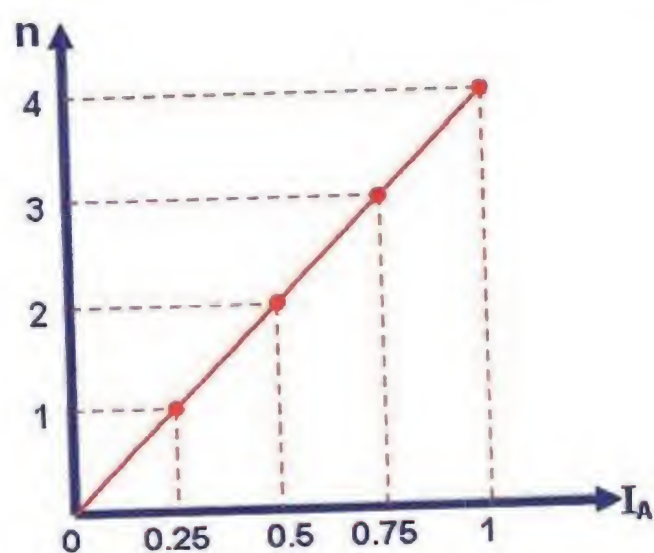
1. המתח על כל אחד מהקבלים. (12 נק')
 2. המיטען על כל קבל. (6 נק')
 3. האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בארבעת הקבלים. (5 נק')
- ב. פותחים את המתג S – האם האנרגיה החשמלית, האגורה בקבלים, תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5 נק')
- ג. במצב בו המתג S פתוח, מקרבים את הלוחות של קבל C_1 . האם האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בקבלים, תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5 1/2 נק')

4

התרשים שלפניך מתאר מאזני זרם.



מסגרת ABCD, העשויה מתייל מוליך, נתמכת בשתי נקודות P ו-Q, כך שהיא חופשייה לנוע סביב הציר PQ. המסגרת פתוחה בקטע שבו נימצא חומר מבודד. קטע מסגרת שאורכו $L = 3\text{ cm}$ נמצא בתוך שדה מגנטי אחיד שבין קוטבי מגנט. כאשר לא זרם זרם במסגרת, היא נמצאת במצב אופקי (מאוזנת). כשמחברים את מקור המתח, פועל על המסגרת כוח F, שאותו מאזנים באמצעות סיכות מהדק. המסה של סיכה אחת היא 0.03 gr . הגרף שלפניך מתאר את מספר הסיכות (n) המאזנות את הכוח המגנטי כפונקציה של עוצמת הזרם I שזורם במסגרת.



א. רשום ביטוי המתאר את הקשר בין מספר הסיכות לעוצמת הזרם במסגרת כשהיא מאוזנת. (6 נק')

ב. איזה גודל פיזיקלי מייצג שיפוע הגרף? ציין את היחידות של השיפוע. (6 נק')

ג. חשב את עוצמת השדה המגנטי וקבע את כיוונו. (8 נק')

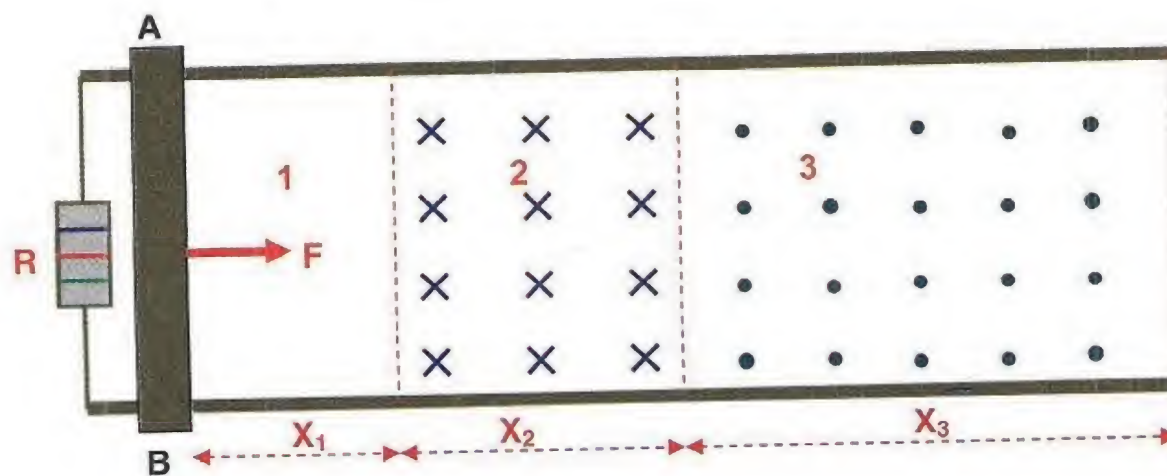
ד. כמה סיכות נדרשות לאזן זרם של 1.5 A ? (6 נק')

ה. בניסוי אחר חוזרים על המדידות, אלא שהפעם הופכים את כיוון הזרם במעגל (ע"י הפיכת כיוון הסוללה). מה נידרש לבצע בנוסף, בכדי שתוצאות הניסוי יהיו זהות לאלו שהתקבלו בגרף? (7 1/3 נק')

5

נגד R מחובר בקצותיו לשתי מסילות אופקיות חסרות התנגדות. מוט מוליך AB חסר התנגדות שאורכו l ומסתו m מונח על גבי המסילות ומאונך להם. (ראה תרשים) מפעילים כוח אופקי F והמוט מתחיל לנוע: תחילה באזור 1 בו לא שורר שדה מגנטי, אחר כך באזור 2 בו שורר שדה מגנטי אחיד B_2 , המאונך למישור, הנוצר על ידי שני המוטות וכיוונו "לתוך הדף", לבסוף לאזור 3, בו שורר שדה מגנטי אחיד B_3 , המאונך למישור הנוצר על ידי שני המוטות וכיוונו "מחוץ לדף".

נתונים: $R=0.8\Omega$, $X_3=1m$, $X_1=X_2=0.4m$, $l=0.3m$, $m=100gr$, $F=2N$



- חשב את מהירות המוט ברגע כניסתו לאזור 2. (6 נק')
- מהו גודל וכיוון הכוח המגנטי בתנועתו באזור 2 בהנחה שתנועת המוט באזור 2 היא קבועה? (8 נק')
- חשב את עוצמת השדה המגנטי B_2 . (8 נק')
- מהו גודל וכיוון הכוח המגנטי בתנועתו באזור 3, אם ידוע שכל התנועה ארכה 0.5_{sec} והתנועה באזור 3 היא בתאוצה קבועה? (11/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 16

2	
א.	$\varepsilon=12V$ $r=2\Omega$
ב.	22Ω 10Ω
ג.	$2.2A$ $7.6V$
ד.	$I=0$ $U=12V$
ה.	$I=0$ $U=12V$
ו.	$I=6A$ $U=0$

1	
א.	$0.0314N$
ב.	$0.0263kg$
ג.	$0.0385J$
ד.	$0.123N$
ה.	$0.0831J$

3	
א.	(1) $U_1=2/3\varepsilon$, $U_4=1/3\varepsilon$, $U_2=U_3=1/6\varepsilon$
	(2) $Q_2=Q_3=Q_4=1/3\varepsilon C$, $Q_1=2/3\varepsilon C$
	(3) $W=1/3C\varepsilon^2$
ב.	לא משתנה.
ג.	קטנה.

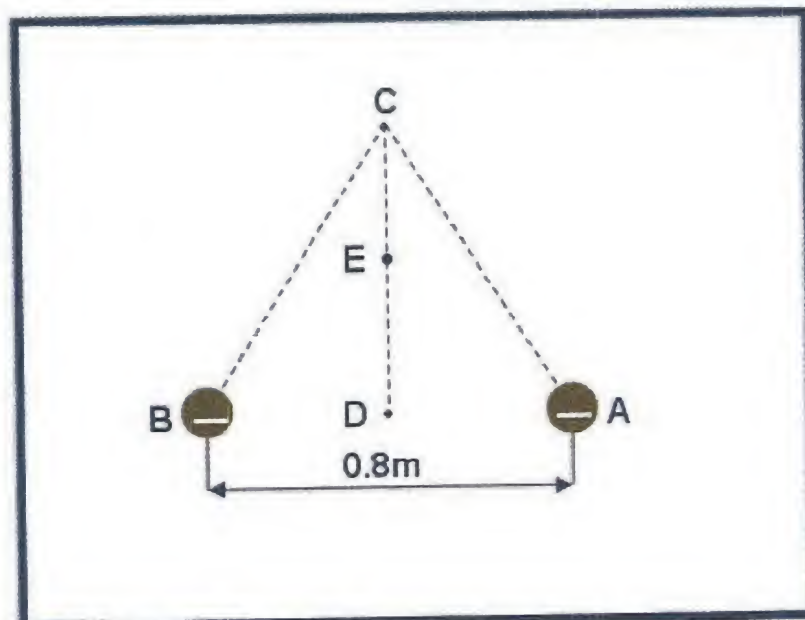
5	
א.	$4m/s$
ב.	שמאלה $2N$
ג.	$2.11T$
ד.	שמאלה $1N$

4	
א.	$n = \frac{LB}{mg} I$
ב.	$\frac{LB}{mg}$
ג.	$B=0.04T$ (מ-Y ל-X)
ד.	6
ה.	להפוך את כיוון השדה המגנטי.

מבחן מספר 17

שני כדורים קטנים, שמטען כל אחד מהם $q = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ קבועים בנקודות A ו-B במרחק של 0.8m זה מזה.

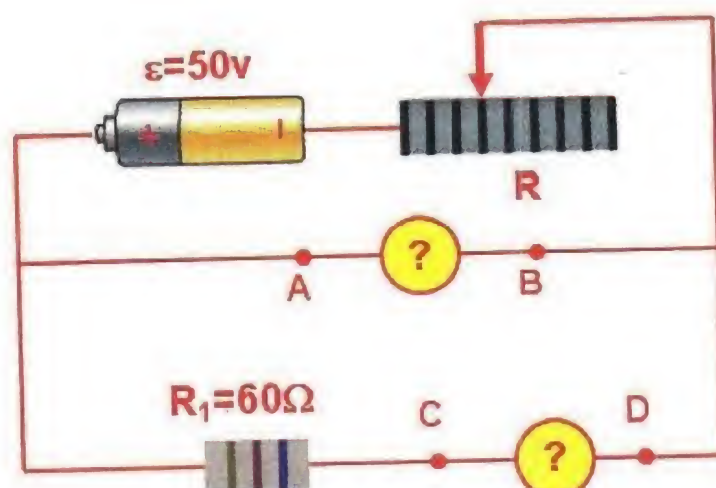
1



- חשב את הפוטנציאל בנקודה D, הנמצאת במחצית המרחק שבין המטענים, ובנקודה C, הנמצאת במרחק של 0.8m מכל אחד משני המטענים. (6 נק')
- מנקודה C משחררים כדור שמסתו 50(gr), הטעון במטען של $Q = +6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. בהנחה שהכוחות היחידים הפועלים במערכת זו הם הכוחות החשמליים הפועלים בין הכדורים:
 - חשב את גודלה ואת כיוונה של תאוצת הכדור ברגע בו שוחרר. (5 נק')
 - חשב את גודלה ואת כיוונה של תאוצת הכדור בנקודה E, הנמצאת במרחק של 0.4m מנקודה D. (6 נק')
 - מה גודל מהירות הכדור, כשהוא עובר בנקודה D? מהי תאוצתו בנקודה זו? (6 נק')
 - מה גודל מהירות הכדור, כשהוא עובר בנקודה E? (6 נק')
- תאר את תנועת הכדור לאחר שיעבור בנקודה D. התייחס לכיווני וגודלי התאוצה והמהירות. היכן הם מכסימליים והיכן הם מינימליים בערכם המוחלט. (4 1/3 נק')

2

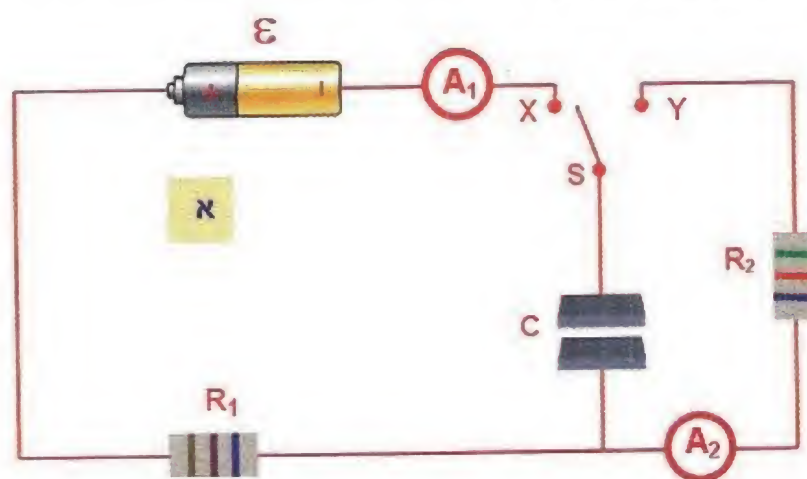
בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי ובו מקור מתח שהכא"מ שלו $\mathcal{E}=50\text{V}$, נגד משתנה R , נורה א' עליה רשום: $5\text{W}/10\text{V}$, נורה ב' עליה רשום $10\text{W}/40\text{V}$. הנח כי ההתנגדות של כל נורה קבועה. ההתנגדות $R_1=60\Omega$. ההתנגדות הפנימית של המקור זניחה. ידוע ששתי הנורות מאירות בהתאם לרשום עליהן.



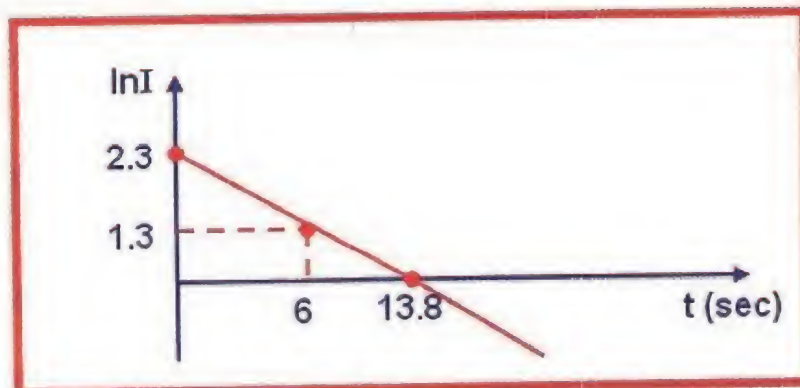
- איזו נורה נמצאת בין הנקודות AB ואיזו בין הנקודות CD? (8 נק')
- מהי ההתנגדות הנגד R במצב בו שתי הנורות מאירות בהתאם לרשום עליהן? (8 נק')
- הנורה המחוברת בין הנקודות CD "נישרפה". האם עוצמת האור הנפלטת מהנורה הנמצאת בין נקודות AB תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (5 1/3 נק')
- מה צריכה להיות ההתנגדות הנגד R כך שהנורה המחוברת בין A ו-B תאיר בהתאם לרשום עליה לאחר שהנורה המחוברת בין C ל-D "נישרפה". (6 נק')
- מרכיבים מחדש את המעגל החשמלי, אלא שהפעם הנורות מתחלפות במיקומן. מהו R_{\min} בו אף אחת מהנורות לא תישרף? (6 נק')

3

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי שבנתה תלמידה. המעגל כולל מקור מתח אידיאלי שהכא"מ שלו $10V$, קבל שקיבולו C , נגד שהתנגדותו $R_1=1000\Omega$, נגד שהתנגדותו $R_2=2000\Omega$ ומדי זרם שהתנגדותם ניתנת להזנחה. התלמידה טענה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- x), ולאחר מכן פרקה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- y – ראה תרשים א').

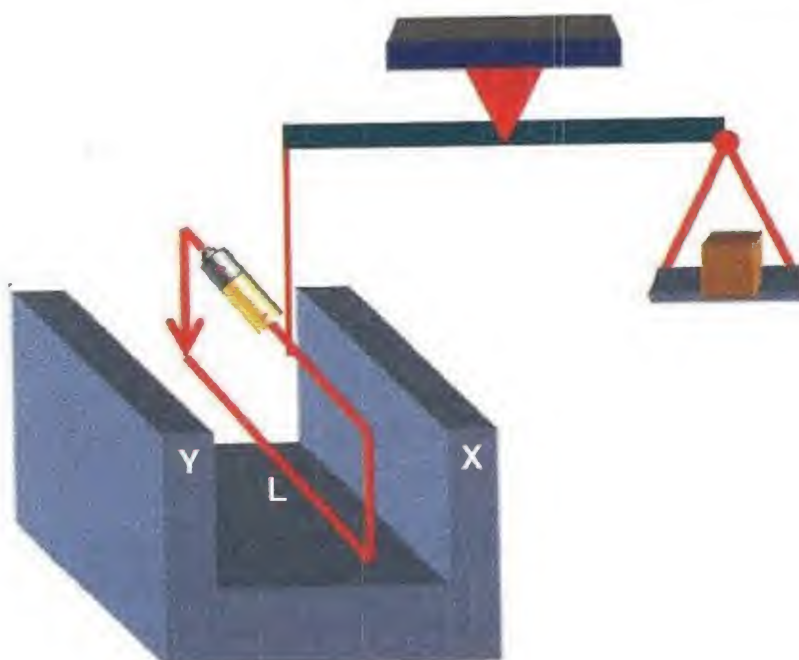


תרשים ב' שלפניך מתאר גרף של $\ln I$ כפונקציה של t , אותו שרטטה התלמידה בהתאם למדידות הזרם שביצעה. הזרם I נמדד ביחידות mA.



- האם הגרף שבתרשים ב' עשוי להתאים לזרם שנימדד ע"י המד-זרם A_1 , או לזרם שנימדד ע"י מד-הזרם A_2 ? נמק. (6 נק')
- חשב את קיבול הקבל C . (11 נק')
- העתק למחברתך את תרשים ב', והוסף לתרשים שרטוט מקורב של הקו הישר, שיתקבל עבור מד-הזרם שאינו מתואר בגרף הנתון. (6 נק')
- מהי כמות החום המשתחררת בנגד R_2 בתהליך הפריקה של הקבל? האם כמות חום זו תלויה בהתנגדותו של הנגד R_2 ? (6 נק')
- מהי כמות החום המשתחררת בנגד R_2 , אם לאחר שהתלמידה טענה את הקבל היא ניתקה אותו מהמעגל, הקטינה פי שניים את המרחק בין לוחותיו, ואז פרקה אותו דרך הנגד? (4 1/3 נק')

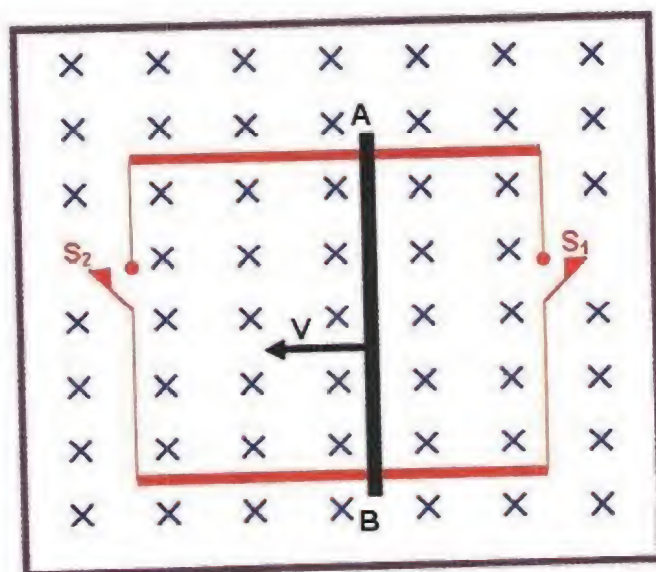
בתוך שדה מגנטי אחיד, שעוצמתו $B=0.5T$, נמצאת הצלע התחתונה של מסגרת ריבועית, שאורך צלע אחת שלה $L=12\text{cm}$. המסגרת מורכבת מסוללה שמסתה $m=20\text{gr}$, והתנגדותה השקולה $R=2\Omega$. המעגל החשמלי תלוי בצד אחד של מאזניים שוות זרועות ומאוזנות, כשבצידם השני משקולת. כא"מ הסוללה $1.5V$. (ראה תרשים)



- א. מהו כיוון השדה המגנטי, אם ידוע שהכוח המגנטי פועל בכיוון כוח הכובד? נמק. (5 נק')
- ב. חשב את משקל המשקולת המונחת בזרוע השנייה של המאזניים. (8 נק')
- ג. חשב את משקל המשקולת שיש להניח על הזרוע השנייה של המאזניים, בכדי שהמאזניים יהיו מאוזנים, כאשר הופכים את כיוון הזרם. (8 נק')
- ד. חשב את משקל המשקולת שיש להניח על הזרוע השנייה של המאזניים, בכדי שהמאזניים יהיו מאוזנים, כאשר:
 1. מסובבים את המסגרת ב- 90° סביב הציר האנכי מהמצב ההתחלתי. (4 נק')
 2. מסובבים את המסגרת ב- 30° סביב הציר האנכי מהמצב ההתחלתי. (4 נק')
 3. הופכים את כיוון השדה המגנטי ע"י החלפת המיקום בין המגנטים (המעגל כמתואר בתרשים)? (4 1/3 נק')

5

מוט AB נע ללא חיכוך לאורכן של שתי מסילות מוליכות. אורך המוט $L = 20\text{ cm}$. והתנגדותו $R = 5\Omega$. המוט נע שמאלה במהירות קבועה של $V = 5\text{ m/sec}$, באזור בו שורר שדה מגנטי, שעוצמתו $B = 0.2\text{ T}$ וכיוונו אל תוך הדף. אל קצות המוטות מחוברים מפסקים S_1 ו- S_2 . (ראה תרשים) הזנח את ההתנגדות של המסילות ושל התיילים.



א. כאשר שני המפסקים פתוחים -

1. האם נוצר כ"מ בין קצות המוט? אם לא - נמק מדוע, אם כן - מהו גודלו? (4 נק')
2. האם עובר זרם לאורך המוט? נמק. (6 נק')
3. האם דרוש כוח כדי לקיים את תנועת המוט במהירות התייל? נמק. (6 נק')

ב. כאשר המפסק S_1 סגור S_2 פתוח -

1. איזה קצה של המוט טעון במיטען חיובי? נמק. (4 נק')
2. האם דרוש כוח כדי לשמור על מהירות קבועה של המוט? אם לא - נמק מדוע, אם כן - מצא את גודלו ואת כיוונו של הכוח. (6 נק')
3. הראה שההספק החשמלי של הזרם שווה להספק המכני. (6 נק')

ג. כאשר שני המפסקים סגורים -

1. האם נוצר כ"מ בין קצות המוט? אם לא - נמק מדוע, אם כן - חשב את גודלו. (4 1/3 נק')

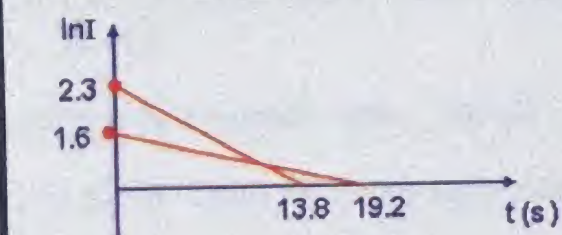
תשובות - מבחן מספר 17

1

א. $V_D = -90000V$, $V_C = -45000V$
 ב. $5.84 \frac{m}{s^2}$ בכיוון מטה.
 ג. $9.54 \frac{m}{s^2}$ בכיוון מטה.
 ד. $3.286 \frac{m}{s}$ תאוצה שווה ל-0.
 ה. $2.11 \frac{m}{s}$
 ו. נע מטה בתאוצה הולכת וגדלה שכיוונה מנוגד לכיוון התנועה.
 תאוצה מכסימלית ברגע עצירת הכדור.
 בנקודה D תאוצת הכדור שווה ל-0.

3

א. לזרם הנמדד ע"י A_1 .
 ב. $6mF$
 ג. ←
 ד. אינה תלויה בנגד, $0.3j$.
 ה. $0.15j$



2

א. ב' נמצאת בין הנקודות AB.
 ב. 13.3Ω
 ג. תגדל
 ד. 40Ω
 ה. 73.33Ω

4

א. מ-X ל-Y.
 ב. $0.245N$
 ג. $0.155N$
 ד. $0.2N$ (1)
 $0.238N$ (2)
 $0.155N$ (3)

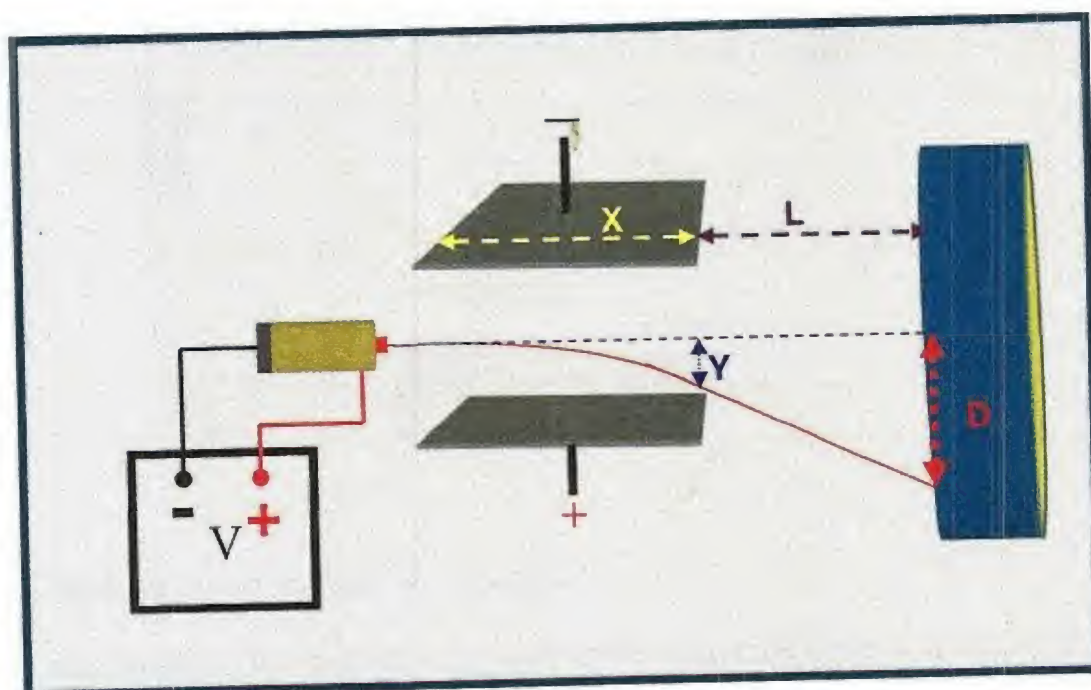
5

א. $0.2V$ (1)
 לא (2)
 לא (3)
 ב. (1) B
 $16 \cdot 10^{-4}N$ (2)
 $F \cdot V = \epsilon \cdot I = 8 \cdot 10^{-3}W$ (3)
 ג. $0.2V$

מבחן מספר 18

1

אלקטרונים נפלטים כתוצאה מחימום מקטודה לוהטת של שפורפרת קרן קתודית, המרוקנת מאויר, ומואצים בעזרת מתח V . לאחר שהואצו הם נכנסים אל בין לוחות קבל באמצע הרווח שביניהם. לוחות הקבל מחוברים אל מקור מתח V_c . אורך כל לוח X , והמרחק בין הלוחות d . האלקטרונים יוצאים מן הקבל ופוגעים במסך הנמצא במרחק L מקצה הקבל. נקודת הפגיעה של האלקטרונים במסך נמצאת במרחק D מאמצע המסך. נתונים: $d, X, L, V_c, V, q_e, m_e$

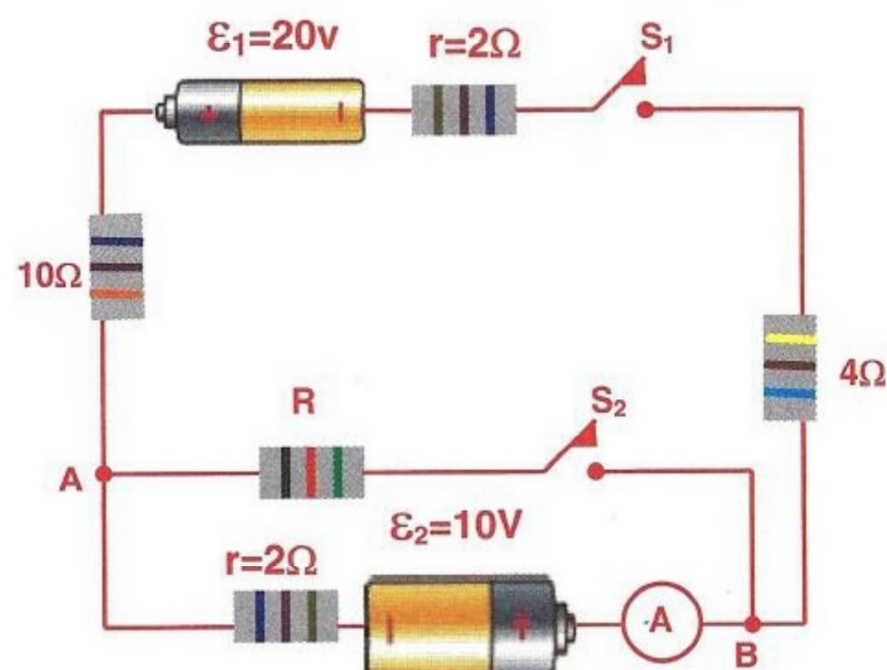


- א. באיזו מהירות נכנסים האלקטרונים אל בין לוחות הקבל? (5 נק')
- ב. כמה זמן נעו האלקטרונים בין לוחות הקבל? (4 נק')
- ג. מהי מידת ההסטה של האלקטרונים (y) ברגע צאתם מן הקבל? (8 נק')
- ד. כעבור כמה זמן מרגע כניסת האלקטרונים אל בין לוחות הקבל פגעו האלקטרונים במסך? (5 נק')
- ה. הראה שהביטוי למידת ההסחה הכללית D הוא:

$$D = 0.5 \cdot (V_c/V) \cdot (X/d) \cdot (L + 0.5X)$$
(8 נק')
- ו. האם מרחק ההסחה D תלוי בסוג החלקיק המואץ? נמק. (3 1/3 נק')

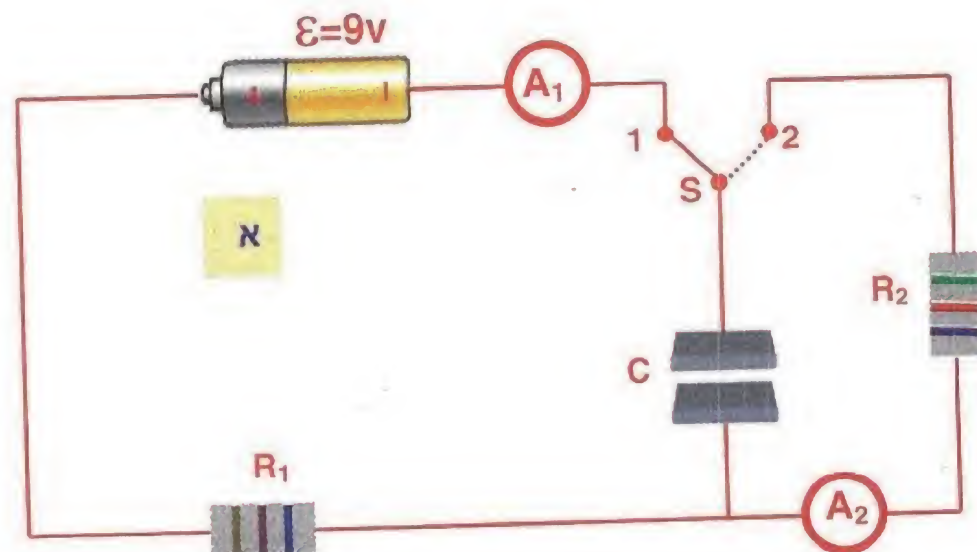
2

במעגל המתואר בתרשים מורה מד הזרם על אותה עוצמת זרם, כאשר S_1 סגור ו- S_2 פתוח, וכאשר S_1 פתוח ו- S_2 סגור. (ראה תרשים) ההתנגדות הפנימית של מד הזרם זניחה.

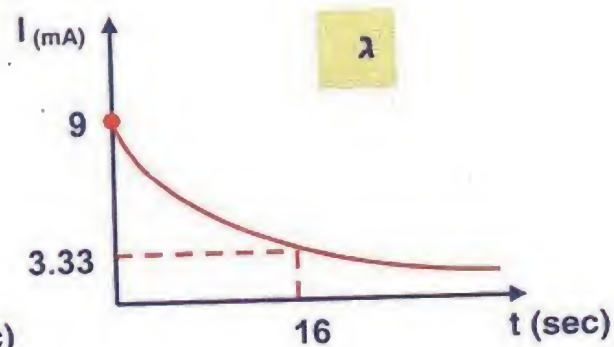
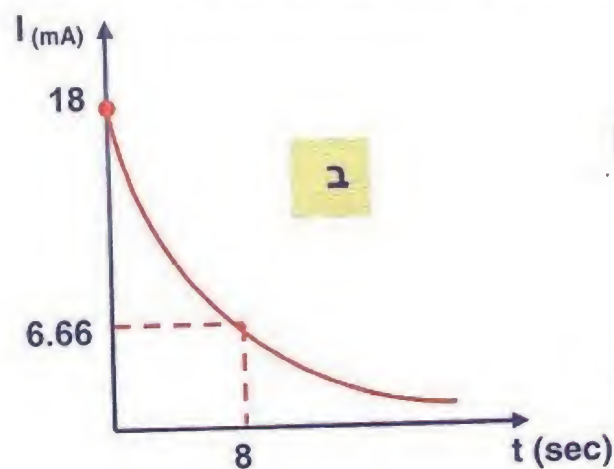


- א. חשב את התנגדות הנגד R . (8 נק')
- ב. מהו המתח V_{AB} , כאשר S_1 סגור ו- S_2 פתוח, וכאשר S_1 פתוח ו- S_2 סגור? (8 נק')
- ג. מה יורה מד הזרם כאשר שני המפסקים סגורים? (6 נק')
- ד. מהו המתח V_{AB} כאשר שני המפסקים סגורים? (6 נק')
- ה. מהו מתח ההדקים של כל אחד מהמקורות, כאשר שני המפסקים סגורים? (5½ נק')

3 בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי, המאפשר טעינה ופריקה של קבל באמצעות מפסק S דו-כיווני (מצב 1-טעינה, מצב 2-פריקה). התנגדות האמפרמטרים ומקור המתח זניחים.



תרשים ב' מתאר את קריאת האמפרמטר A_1 בעת הטעינה, כפונקציה של הזמן. תרשים ג' מתאר את קריאת האמפרמטר A_2 בעת פריקה, כפונקציה של הזמן.



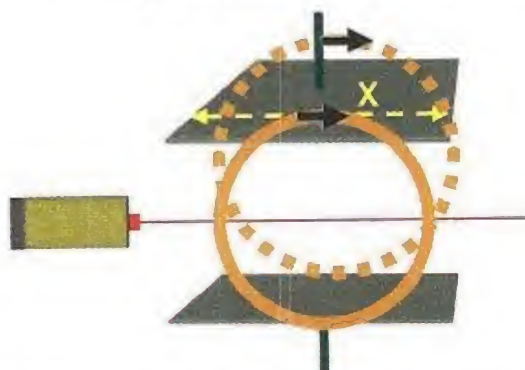
א. השתמש בתרשים ב' ובתרשים ג' לחשב את הגדלים הבאים:

1. התנגדות הנגדים R_1 ו- R_2 . (6 נק')
2. קבוע הזמן של הטעינה ושל הפריקה. (6 נק')
3. קיבול הקבל. (5 נק')
4. מיטען הקבל לאחר שהוא ניטען סופית. (5 נק')

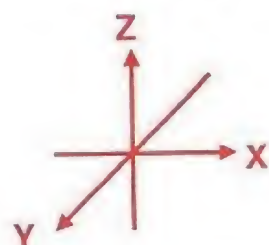
ב. האם ההספק המתפתח בנגד R_1 במהלך הטעינה גדול, קטן או שווה להספק המתפתח בנגד R_2 במהלך הפריקה? הסבר. (6 נק')

ג. האם השטח המוגבל על ידי הגרף שבתרשים ב' ועל ידי הצירים – גדול, קטן או שווה לשטח המוגבל על ידי הגרף שבתרשים ג' ועל ידי הצירים? נמק. (5 1/3 נק')

תותח אלקטרונים פולט אלומה מקבילה של אלקטרונים, שגודל מהירותם V . האלומה נעה בין שני לוחות אופקיים של קבל, שביניהם שורר שדה חשמלי E , ושדה מגנטי B , הנוצר ע"י שני סלילים המאונכים ללוחות. בכל אחד מהסלילים זורם I . (ראה תרשים)



הזנח את הכוח שמפעיל כדור הארץ על אלומת האלקטרונים, וענה על הסעיפים הבאים:



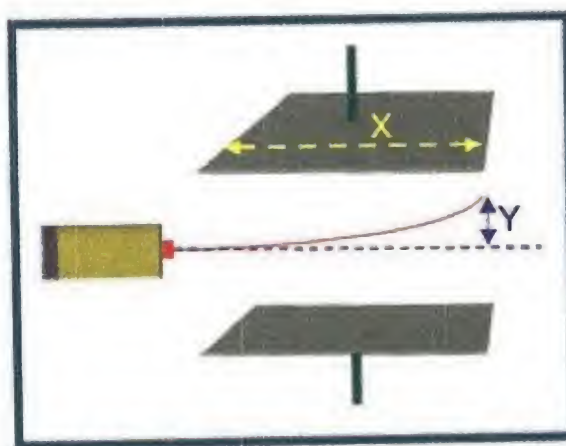
א. העזר במערכת הצירים וקבע את כיוון:

1. השדה החשמלי. (4 נק')
2. הכוח החשמלי. (4 נק')
3. השדה המגנטי. (4 נק')
4. הכוח המגנטי. (4 נק')

ב. העוצמות של השדות (החשמלי והמגנטי) נקבעו כך, שאלומת האלקטרונים נעה בקו ישר.

בטא את מהירות האלקטרונים V באמצעות E ו- B . (6 נק')

ג. מבטלים את השדה המגנטי בין לוחות הקבל (השדה החשמלי נשאר כמו שמתואר בסעיף ב'). אלומת האלקטרונים נעה במצב זה במסלול פרבולי, שמידת ההסחה שלו היא y .

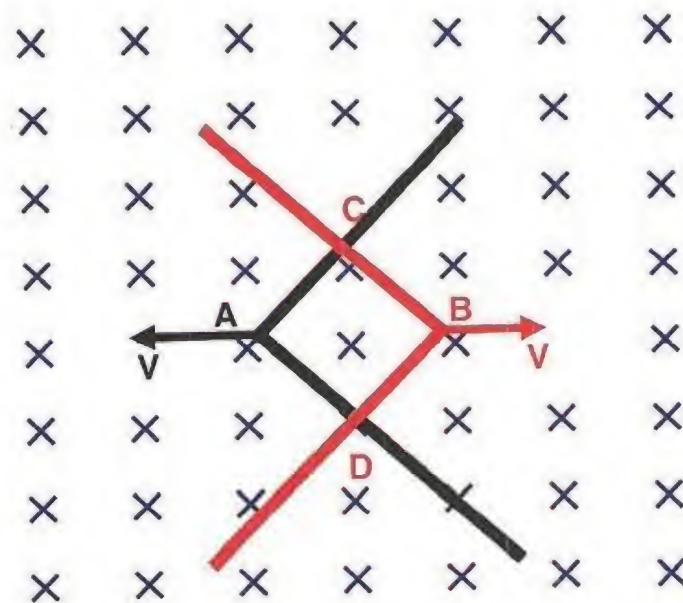


בטא את היחס e/m של האלקטרון באמצעות: X , E , B , ו- y . (8 נק')

ד. מצא את הערך של y עבור הערכים $X=0.2\text{cm}$, $B=0.04\text{T}$, $E=10,000\text{V/m}$. (3 1/3 נק')

5

שני תיילים מוליכים, שהתנגדותם ליחידת אורך היא λ , מכופפים בזווית ישרה ומחוברים אל משטח אופקי. שני התיילים מונעים במהירות קבועה V תוך כדי יצירת מגע בנקודות C ו-D (הזנח את החיכוך).
וקטור המהירות של כל אחד מהתיילים מכוון לאורך האלכסון AB, כך שכל רגע נוצרת כריכה ריבועית מוליכה, שצלעותיה הולכות וגדלות. (ראה תרשים)



ידוע שברגע $t=0$ מתלכדת הנקודה A עם הנקודה B, ובמרחב שורר שדה מגנטי אחיד B בניצב למישור האופקי.

נתונים: $B=0.8(T)$, $V=2(m/s)$, $\lambda = 2 (\Omega/m)$.

א. חשב את הכא"מ המושרה בכריכה ברגע $t=2(s)$:

1. ע"י חישוב קצב השינוי של השטף המגנטי. (8 נק')

2. ע"י ניתוח הכוחות הפועלים על המוטות. (7 נק')

ב. מהו הזרם המושרה בכריכה הריבועית (גודל וכיוון) ברגע $t=2(s)$? (8 נק')

ג. חשב מהו הכוח החיצוני שיש להפעיל לאורך אלכסון הכריכה ברגע $t=2(s)$ על מנת לקיים את התנועה הקצובה. (5 נק')

ד. האם עוצמת הזרם בכריכה ברגע $t=10(s)$ גדולה מזו שברגע $t=4(s)$ קטנה ממנה, או שווה לה? נמק. (5 1/3 נק')

תשובות – מבחן מספר 18

1

א. $V = \sqrt{\frac{2q_e V}{m_e}}$

ב. $t = \lambda \sqrt{\frac{m_e}{2q_e V}}$

ג. $y = \frac{V_c \lambda^2}{4Vd}$

ד. $t = \frac{X+L}{v} = (X+L) \sqrt{\frac{m_e}{2Vq_e}}$

ה. הוכחה

ו. כיוון ההסחה תלוי בסימן החלקיק, גודל ההסחה אינו תלוי בגודל המטען ובמסת החלקיק.

2

א. 4Ω

ב. $V_1 = -6.67V, V_2 = -6.67V$

ג. $I_2 = 2.69A$ מ-A ל-B

ד. $U = -4.617V$

ה. $16.92V, 4.617V$

3

א. (1 $R_2 = 1000\Omega, R_1 = 500\Omega$

(2 $\tau_2 = 16sec, \tau_1 = 8sec$

(3 $0.016 F$

(4 $0.144C$

ב. שווה.

ג. שווה.

4

א. (1 $-z$

(2 z

(3 $-y$

(4 $-z$

ב. $V = \frac{E}{B}$

ג. $\frac{e}{m} = \frac{2YE}{L^2 B^2}$

ד. $0.056m$

5

א. $25.6V$

ב. $0.57A$

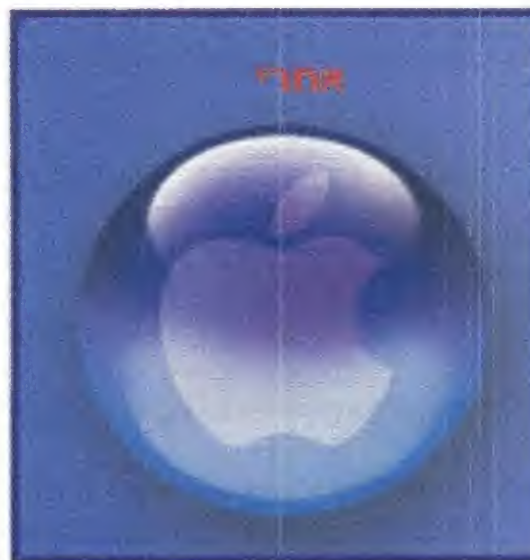
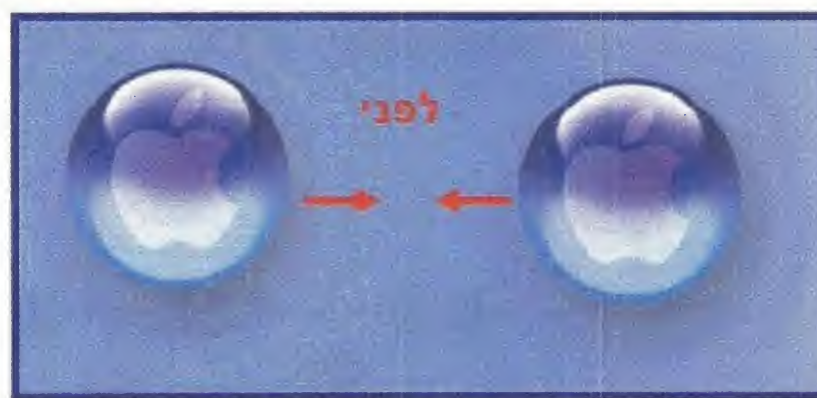
ג. $1.81N$

ד. שווה לה.

מבחן מספר 19

שתי טיפות כדוריות זהות של מוליך טעונות כל אחת במטען $+q$. הטיפות מתנגשות והופכות לטיפה אחת כדורית גדולה יותר. לפני ההתנגשות היה הפוטנציאל החשמלי על פני כל טיפה V .

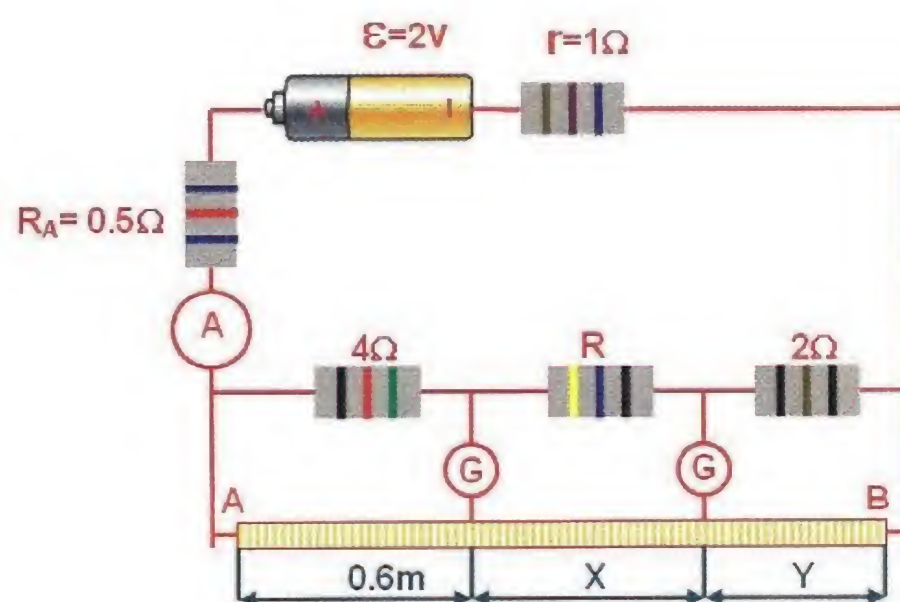
נתונים: q , V , ϵ_0 .



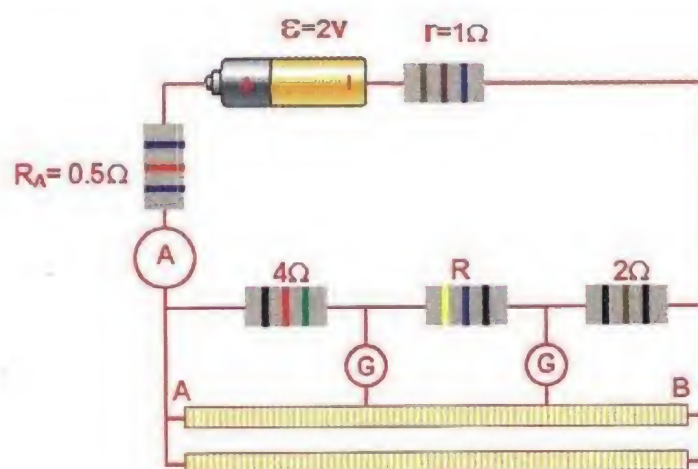
- א. בטא את השדה החשמלי על פני הטיפה לפני ההתנגשות. (6 נק')
- ב. בטא את כמות המטען ליחידת שטח בטיפה שנוצרה. (8 1/3 נק')
- ג. בטא את השדה החשמלי על פני הטיפה שנוצרה. (7 נק')
- ד. בטא את הפוטנציאל החשמלי על פני הטיפה שנוצרה. (7 נק')
- ה. אם הטיפות הטעונות היו של נוזל לא מוליך, באיזה סעיף או סעיפים היו תשובותיך משתנות? כל נתוני השאלה האחרים בלא שינוי. (5 נק')

2

נתון מעגל חשמלי בהתאם לתרשים:
 אורך התיל האחיד AB הוא 120 ס"מ, והתנגדותו אינה ידועה.
 במצב המתואר שני הגליונות G מורים על אפס. התנגדות מד-הזרם הוא $R_A = 0.5\Omega$
 והוא מורה על 0.5A.
 הכא"מ של מקור המתח $\mathcal{E} = 2V$ והתנגדותו הפנימית $r = 1\Omega$.

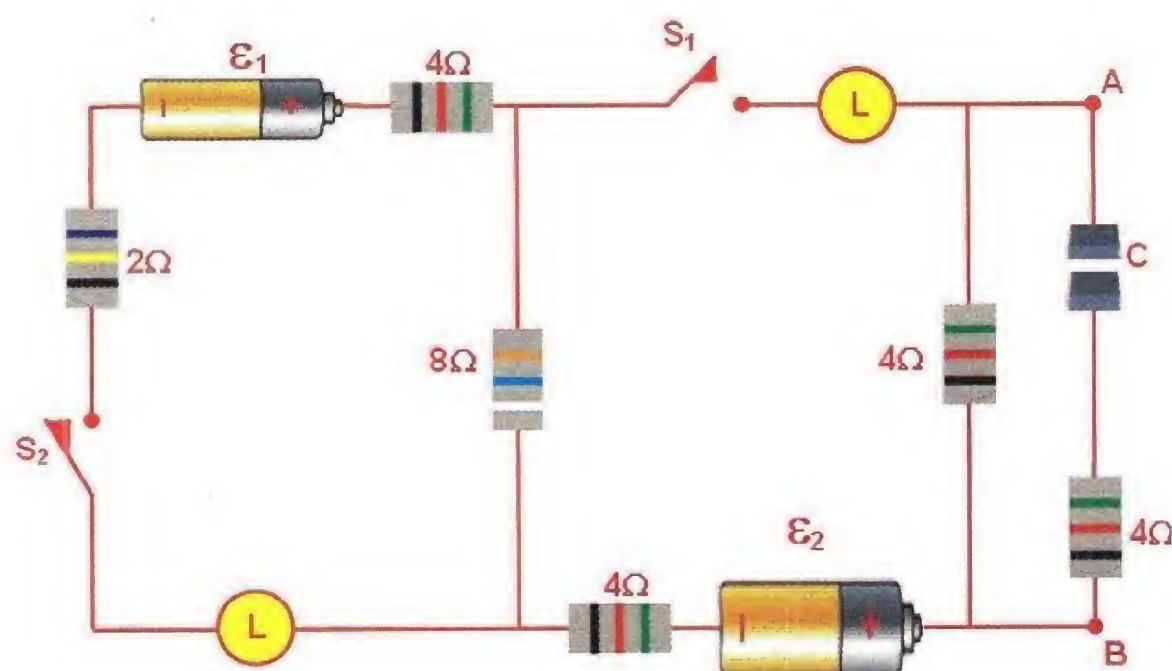


- חשב את המתח בין הדקי התיל AB. (8 נק')
- חשב אורכי הקטעים X ו-Y. (8 נק')
- חשב את ההתנגדות של התיל. (6 נק')
- חשב את עוצמת הזרם דרך הנגדים ודרך קטעי התיל.
- מחברים תיל נוסף זהה לראשון, ובמקביל אליו. (ראה תרשים)
 האם הוראת הגליונות תשתנה? נמק. (5½ נק')



3

במעגל החשמלי המופיע בתרשים ההתנגדויות הפנימיות של הסוללות זניחות.
נתונים: נורות עליהן רשום: $0.125\text{W}/0.5\text{V}$, $R=4\Omega$, $C=4\mu\text{F}$.

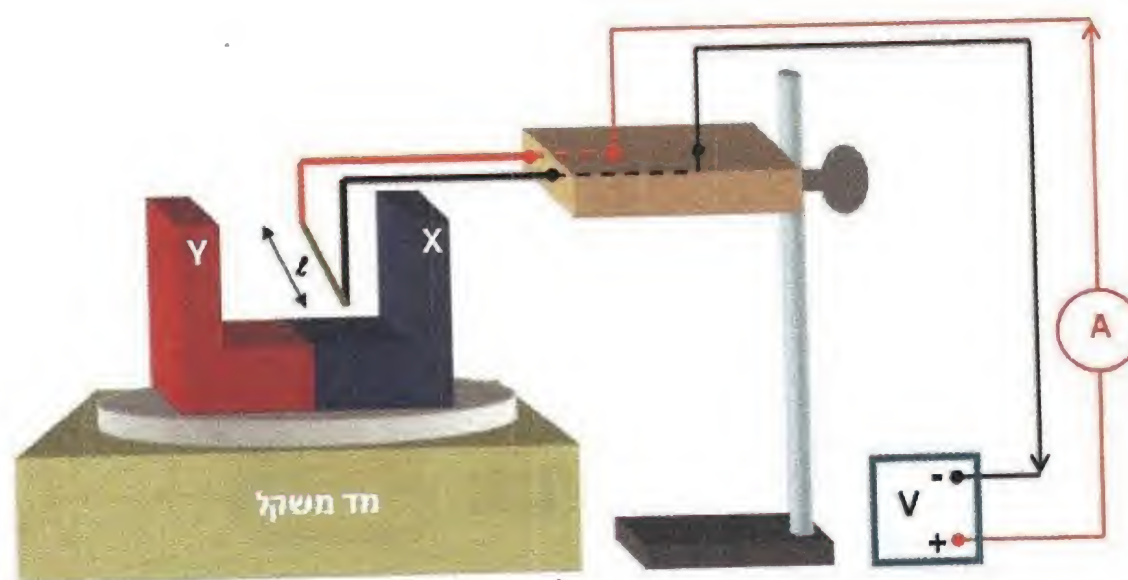


- כאשר המפסק S_1 פתוח ו- S_2 סגור, מהו הכא"מ המרבי של הסוללה \mathcal{E}_1 עבור הנורה לא תישרף? (11 נק')
- כאשר המפסק S_1 סגור ו- S_2 פתוח, מהו הכא"מ של הסוללה \mathcal{E}_2 עבור הנורה תעבוד בהתאם לערך התיקני הרשום עליה? (6 נק')
- מהו המתח V_{AB} וכמה אנרגיה אגורה בקבל, כאשר S_1 סגור ו- S_2 פתוח? (\mathcal{E}_2 ידוע מסעיף קודם). (10 2/3 נק')
- פותרים את המפסק S_1 (המפסק S_2 נישאר פתוח). כמה זמן יימשך תהליך הפריקה אם ידוע שזמן זה שווה בקירוב ל- 5τ ? (τ - קבוע זמן הפריקה) (6 נק')

4

התרשים שלפניך מתאר מערכת ניסוי למציאת גודל השדה המגנטי הפועל בין שני מגנטים בעזרת מאזני-זרם. במצב בו המגנט מונח על מד-המשקל ולא זורם זרם מאפסים את מד-המשקל.

תייל מוליך שאורכו $\lambda = 2.5\text{ cm}$ נימצא בתוך שדה מגנטי אחיד B הנוצר ע"י מגנט. כאשר משנים את הזרם פועל כוח בכיוון מטה על התייל המוליך שבין המגנטים, ומקבלים קריאה במד-משקל.



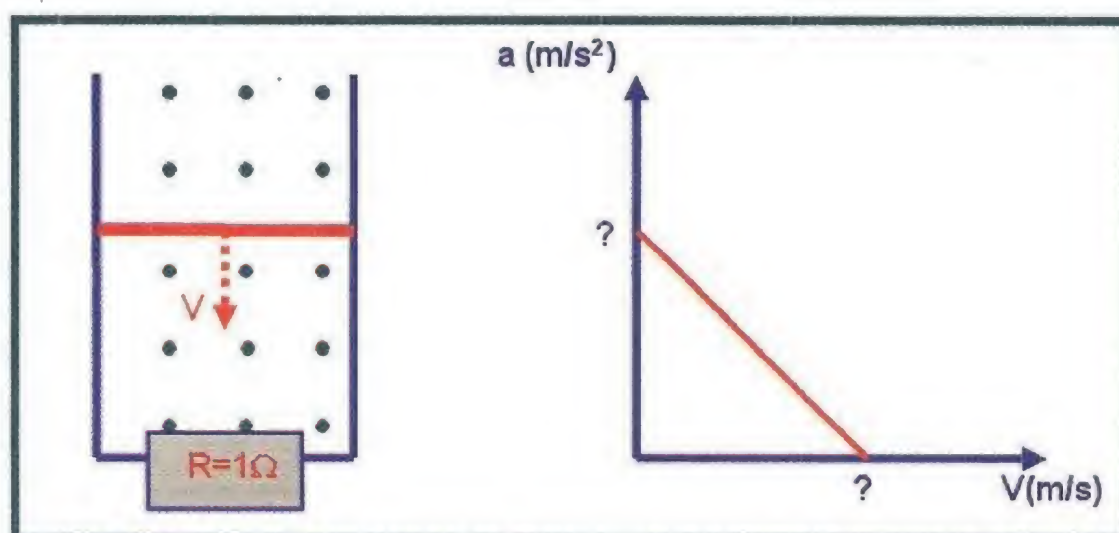
בטבלה שלפניך רשום קריאת מד-המשקל (F) עבור הזרמים השונים (I).

$F(\text{N})$	0	0.02	0.04	0.06	0.08	1
$I(\text{A})$	0	1	2	3	4	5

- מהו כיוון השדה המגנטי? נמק. (5 נק')
- פתח ביטוי ל-F כפונקציה של I, ושרטט גרף, המתאר את הכוח המגנטי כפונקציה של עוצמת הזרם I, שזורם בתייל המוליך. (6 נק')
- חשב את שיפוע הגרף ששרטטת, וציין את היחידות של השיפוע. (6 נק')
- חשב את עוצמת השדה המגנטי. (6 נק')
- האם המשקל של התיילים משפיע על התוצאות שמקבלים מהמאזניים? נמק. (6 נק')
- מבצעים את אותו הניסוי בדיוק על הירח. האם תוצאות הניסוי ישתנו? נמק. (4 1/3 נק')

5

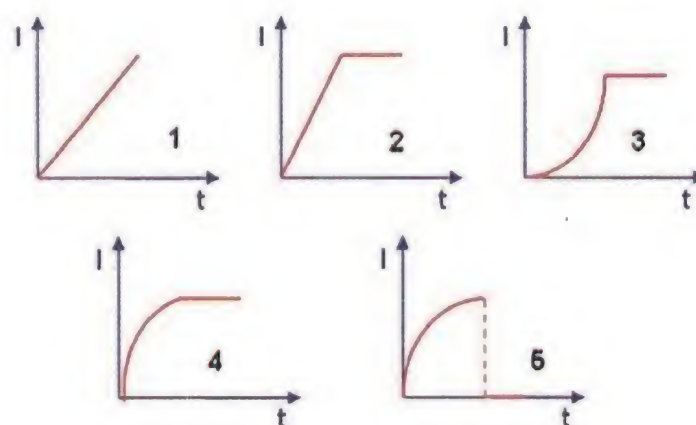
הגרף מתאר את התאוצה כפונקציה של המהירות הרגעית V של מוט מוליך, שאורכו $L=0.5(m)$ ומסתו $m=1(kg)$, המתחיל ליפול ממנוחה, תוך שהוא יוצר מגע חשמלי עם שני מוליכים אנכיים שהתנגדותם זניחה, והם מחוברים באמצעות נגד שהתנגדותו $R=1(\Omega)$. במרחב שורר שדה מגנטי $B=2(T)$, המכוון אופקית בניצב למישור הפסים. (ראה תרשים)



א. רשום משוואת כוחות הפועלים על המוט והוכח את הקשר:

$$a = g - \frac{V \cdot B^2 \cdot L^2}{2 \cdot R \cdot m}$$

- ב. מהם שעורי הנקודות בהן הגרף חותך את הצירים?
מהי המשמעות הפיסיקלית של שעורי הנקודות הנ"ל? הסבר. (10 נק')
- ג. מהו גודלו ומה כיוונו של הזרם המושרה העובר לאורך המוט, תוך כדי ירידתו במורד הפסים, לאחר שתאוצתו מתאפסת? (6 נק')
- ד. איזה גרף מתאר את עוצמת הזרם המושרה כפונקציה של הזמן מרגע שחרור המוט עד זמן מה לאחר שתאוצתו מתאפסת? (7 1/3 נק')



תשובות – מבחן מספר 19

1

א. $E = \frac{4\pi\epsilon_0 V^2}{q}$

ב. $\sigma = \frac{8\pi\epsilon_0^2 V^2}{q\sqrt[3]{4}}$

ג. $E = \frac{8\pi\epsilon_0 V^2}{\sqrt[3]{4}q}$

ד. $V_1 = \frac{2V}{\sqrt[3]{2}}$

ה. הסעיף ב'

2

א. $1.25V$

ב. $0.3m, 0.3m$

ג. 3.636Ω

ד. $0.15625A, I_{AB}=0.34375A$

ה. לא

3

א. $4V$

ב. $4.5V$

ג. $4 \cdot 10^{-6}j, 1V$

ד. $160 \cdot 10^{-6}sec$

4

א. מ-X ל-Y

ב. $F=ILB$

ג. $K=0.02[T \cdot m]$

ד. $B=0.8T$

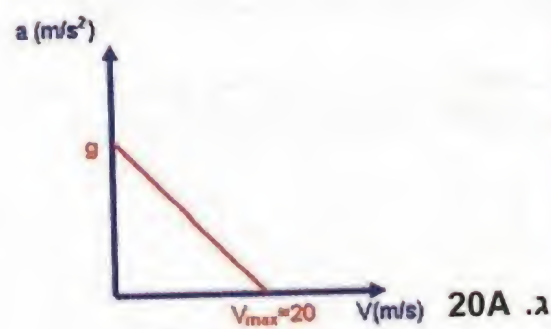
ה. לא

ו. לא

5

א. $\bar{F} = \frac{B^2 L^2 V}{2R}, Mg-F=Ma$

ב.



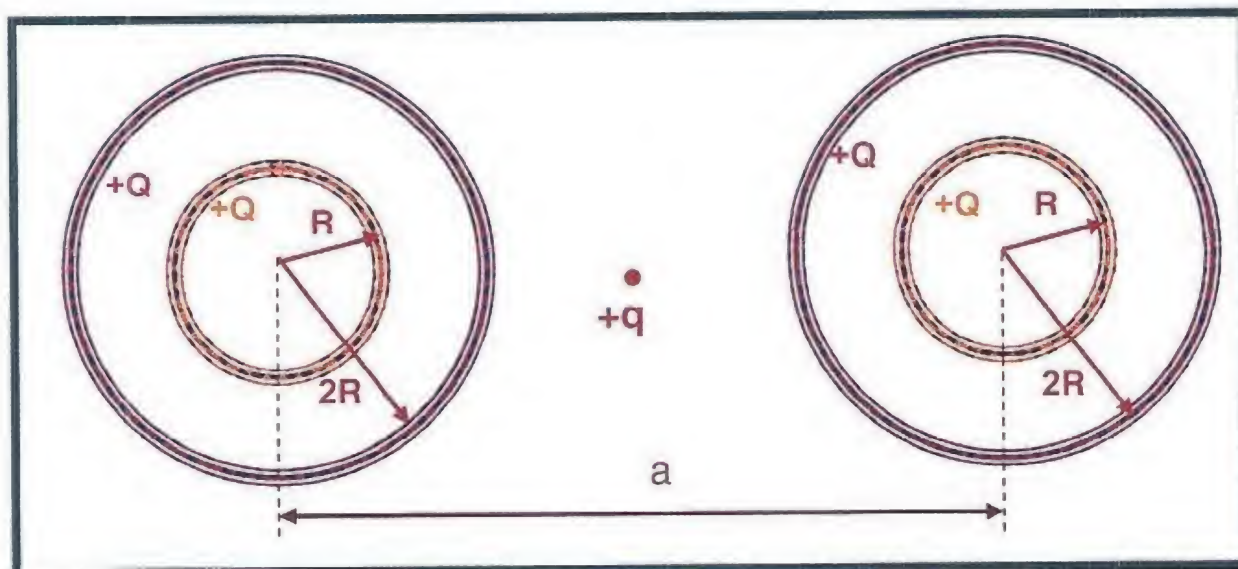
ד. גרף 4

מבחן מספר 20

1

שתי מערכות זהות של קליפות כדוריות מוליכות נמצאות במרחק רב a זו מזו. כל מערכת מורכבת מקליפה פנימית דקה, שרדיוסה R ומיטענה $+Q$ ומקליפה חיצונית, שרדיוסה $2R$ ומיטענה $+Q$. (ראה תרשים)

נתונים: K, Q, a, R

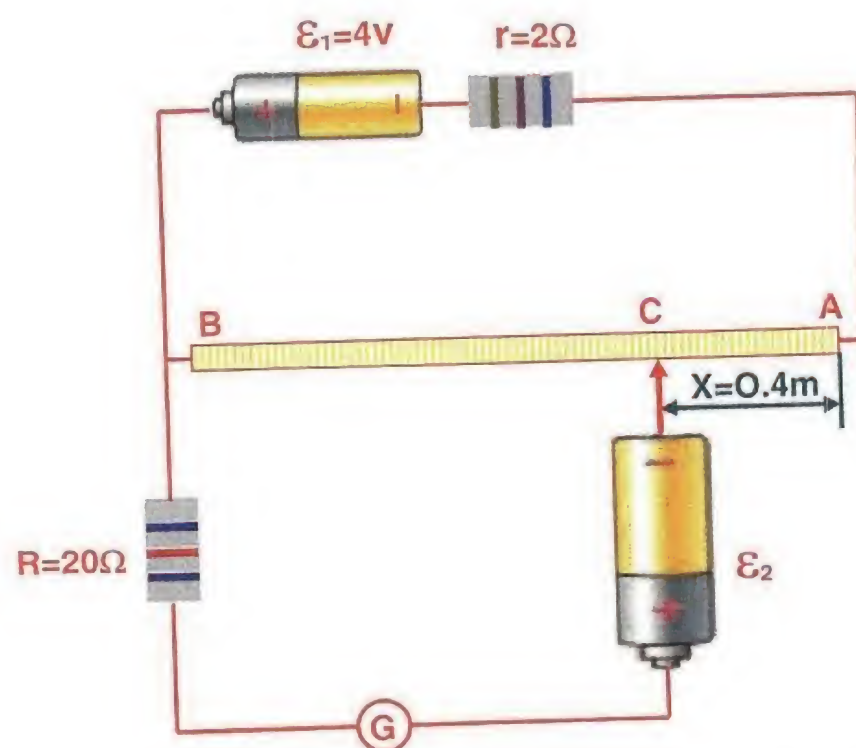


מהו הכוח החשמלי שיפעל על מטען נקודתי $+q$, הנמצא באמצע המרחק בין שתי המערכות:

- כאשר המערכת נמצאת במצב המתואר בתרשים. (6 נק')
- כאשר מאריקים בכל אחת מהמערכות את הקליפה החיצונית. (6 נק')
- כאשר מאריקים בכל אחת מהמערכות את הקליפה הפנימית. (6 נק')
- כאשר בכל אחת מהמערכות מחברים את הקליפה הפנימית לחיצונית באמצעות תיל מוליך דק שהתנדודו זניחה. (6 נק')
- בטא את המיטען החשמלי על כל אחת מהקליפות :
 - כשהקליפה החיצונית מוארקת. (3 נק')
 - כשהקליפה הפנימית מוארקת. (3 נק')
 - כאשר הקליפות מחוברות. (3 1/3 נק')

2

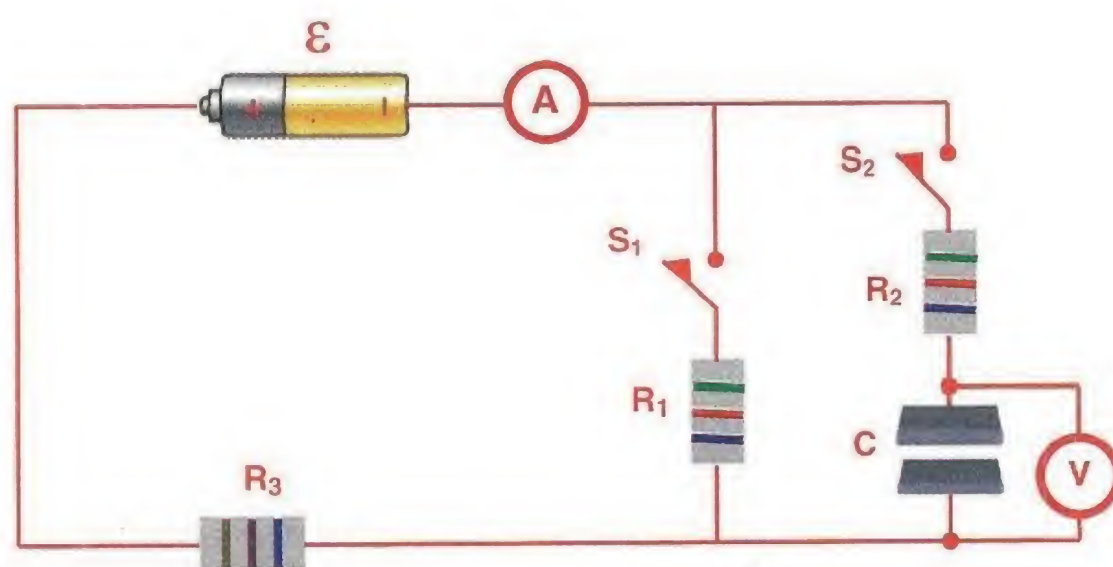
במעגל המתואר בתרשים AB הוא תיל אחיד, שהתנגדותו 40Ω ואורכו 1.2m .
 כאשר מציבים את המגע הנייד C במרחק $X=40\text{cm}$ מהנקודה A, מתאפס הזרם
 במד-זרם. הזנח את התנגדות מד הזרם ואת התנגדות המקור \mathcal{E}_2 .



- מהו הכא"מ \mathcal{E}_2 ומהו המתח על הנגד R? (8 נק')
- מהו מתח ההדקים של המקור \mathcal{E}_1 ? (8 נק')
- מזיזים את המגע הנייד למרחק 60cm מהנקודה A.
 1. מהו הזרם שיורה הגליונומטר? (6 נק')
 2. מהו מתח ההדקים של כל אחד מהמקורות \mathcal{E}_1 ו- \mathcal{E}_2 ? (6 נק')
- מנתקים את המגע הנייד C מהתיל AB.
 האם מתח ההדקים של \mathcal{E}_1 יהיה גדול או קטן מזה התקבל בסעיף ב'? נמק. (5 1/3 נק')

3

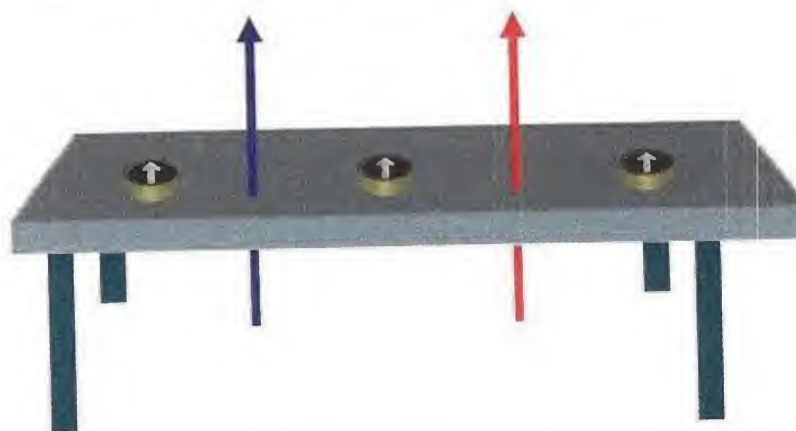
המעגל החשמלי המתואר בתרשים כולל: מקור מתח בעל כ"מ $\mathcal{E} = 24V$ שהתנגדותו הפנימית זניחה. שלושה נגדים שהתנגדותם $R_1 = R_2 = R_3 = 3000\Omega$, קבל שקיבולו $C = 5000\mu F$, אמפרמטר A שהתנגדותו זניחה, וולטמטר V שהתנגדותו גדולה מאד (אינסופית), שני מפסקים S_1 ו- S_2 .



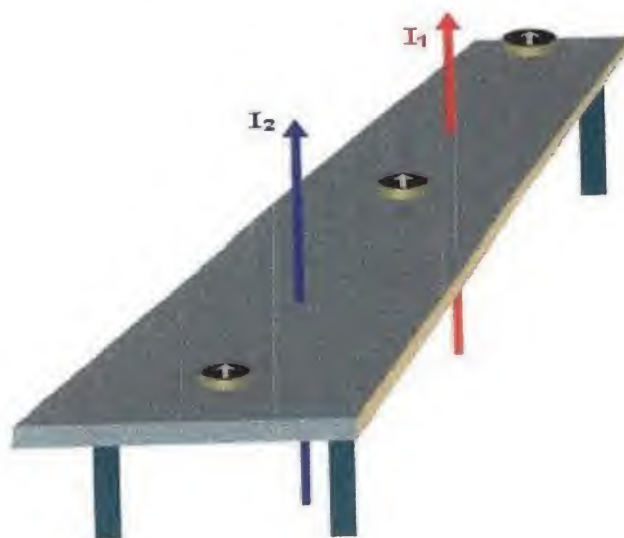
מבצעים בזו אחר זו 3 פעולות:

- סוגרים את המפסק S_1 (המפסק S_2 נשאר פתוח). מהן הוראות האמפרמטר והוולטמטר? הסבר. (6 נק')
- סוגרים את המפסק S_2 (המפסק S_1 נשאר סגור). מהן הוראות האמפרמטר והוולטמטר? הסבר. (6 נק')
- פותחים את המפסק S_1 (המפסק S_2 נשאר סגור). מצא את הוראות האמפרמטר והוולטמטר בזמנים: $t=0$ (רגע פתיחת המפסק S_1), $t=30s$, $t=60s$, $t=150s$. (12 נק')
- שרטט גרף של המתח על הקבל כפונקציה של הזמן, וגרף של הזרם כפונקציה של הזמן עבור הנתונים שבסעיף ג'. (9 1/3 נק')

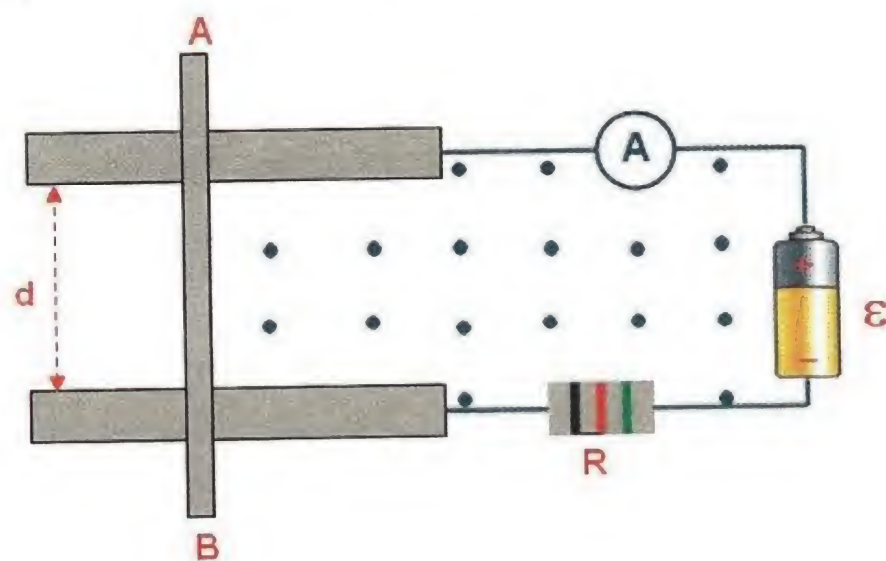
תלמיד העביר שני תיילים מקבילים, ישרים וארוכים דרך חורים בשולחן אופקי בניצב לשולחן והציב שלושה מצפנים, כל אחד במרחק 10 ס"מ, מהתייל הקרוב אליו. בתיילים לא זורם זרם. שלושת המצפנים מצביעים אל הצפון המגנטי.



- א. כאשר בשני התיילים זורם זרם $I = 2\text{A}$ בכיוון אנכי מעלה, שרטט את מצב המחט של כל אחד מהמצפנים: A, B ו-C. (5 נק')
- ב. מהו הכוח האלקטרומגנטי (גודל וכיוון) שיפעל על פרוטון הנע במהירות $V = 5 \cdot 10^5 \text{ m/sec}$ אל תוך הדף, אם מקום חדירתו הוא היכן שהיו ממוקמים המצפנים שבתרשים א'? (6 נק')
- ג. מסובבים את השולחן בזווית של 90° כמתואר בתרשים ב'. כאשר בשני התיילים זורם זרם $I = 2\text{A}$ בכיוון אנכי מעלה, שרטט את מצב המחט של כל אחד מהמצפנים, וחשב בכמה מעלות סתה המחט מכיוון צפון, בכל אחד מהמצפנים. (הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ $B_E = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$) (10 נק')
- ד. בתיילים זורם זרם $I_1 = 2\text{A}$, $I_2 = 6\text{A}$ בכיוון אנכי מעלה. חשב:
 1. בכמה מעלות סתה המחט מכיוון הצפון בכל אחד מהמצפנים A, B ו-C. (8 נק')
 2. שרטט את מצב המחט של כל אחד מהמצפנים. (4½ נק')



שני מוטות מוליכים מקבילים ואופקיים, שהמרחק ביניהם $d=0.25\text{m}$ נמצאים בשדה מגנטי אחיד $B=0.2\text{T}$, המאונך למישור הנוצר על ידי שני המוטות וכיוונו "מחוץ לדף". המוטות מחוברים למקור כח $\mathcal{E}=2\text{V}$, לנגד $R=10\Omega$ ולמד זרם A . מניחים על גבי שני המוטות ובמאונך להם מוט מוליך שלישי AB . (ראה תרשים) ההתנגדויות החשמליות של מקור המתח, של מד-הזרם ושל המוטות זניחות, וכן זניח החיכוך בין המוט AB לבין המוטות המקבילים. על המוט AB מפעילים כוח חיצוני אופקי F , כדי להחזיקו במנוחה.



- א. 1. חשב את הזרם העובר במוט AB (גודל וכיוון). (5 נק')
2. חשב את גודלו ואת כיוונו של הכוח החיצוני F . (5 נק')
- ב. מפסיקים את פעולת הכוח החיצוני F :
 1. האם המוט AB ינוע שמאלה, ימינה או יישאר במקומו? הסבר. (4 נק')
 2. האם עוצמת הזרם תגדל, תקטן או לא תשתנה. הסבר. (4 נק')
 3. חשב מהי המהירות המכסימלית של המוט AB . (5 נק')
- ג. 1. באיזו מהירות (גודל וכיוון) יש להניע את המוט כדי שבמעגל יעבור זרם שעצמתו 0.1A עם כיוון השעון. (5 נק')
2. מצא את גודלו של הכוח החיצוני הדרוש כדי שבמעגל יעבור זרם שעצמתו 0.1A עם כיוון השעון. (5 1/3 נק')

תשובות - מבחן מספר 20

2

א. $U_R=0V, \mathcal{E}_2=2.54V$
 ב. $U=3.8V$
 ג. $0.02A$ (1)
 ד. $U_2=2.54V, U_1=3.829V$ (2)
 לא ישתנה.

1

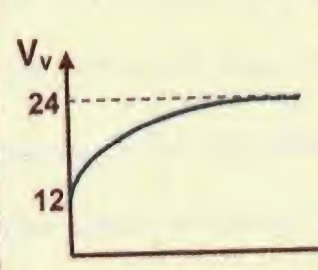
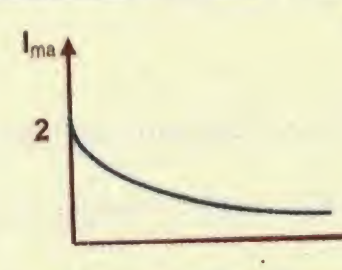
א. 0
 ב. 0
 ג. 0
 ד. 0
 ה. (1) $Q' = -Q$
 (2) $Q' = -Q/2$
 (3) על פנימית 0, על חיצונית $2Q$

3

א. $U=0V, I=4mA$
 ב. $U=12V, I=4mA$
 ג.

V(v)	I(mA)	t(s)
12	2	0
15.18	1.47	30
20.76	0.54	60
23.88	0.027	150

ד.

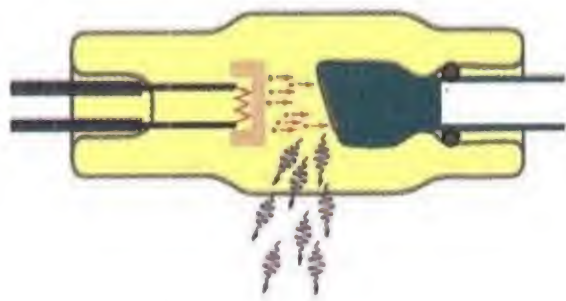
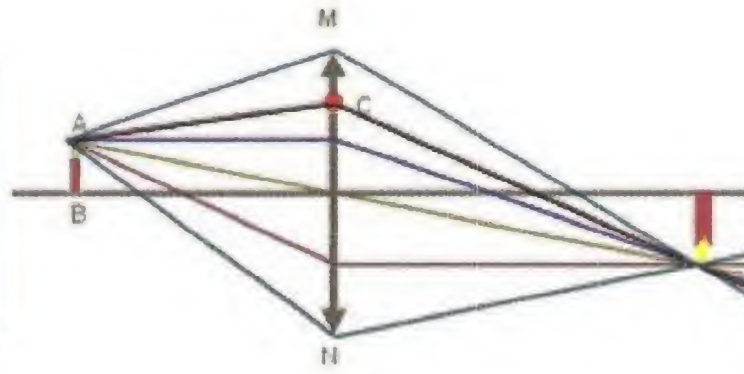
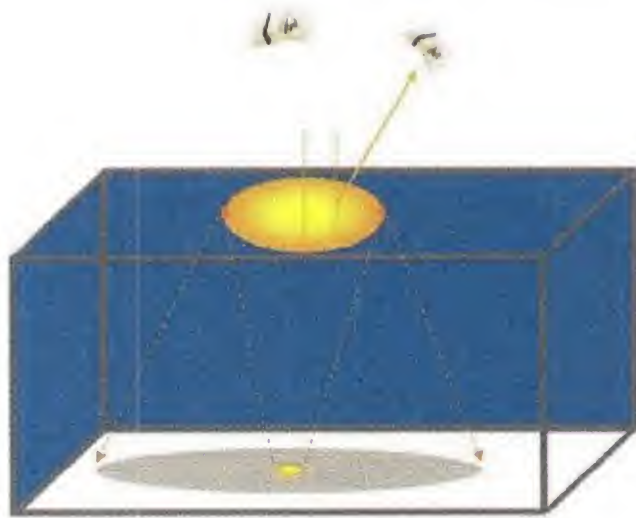
5

א. (1) 0.2A מ-A ל-B
 (2) $10^{-2}N$ ימינה.
 ב. (1) שמאלה.
 (2) תקטן.
 (3) 40m/sec
 ג. (1) 60m/sec
 שמאלה.
 (2) 0.005 N

4

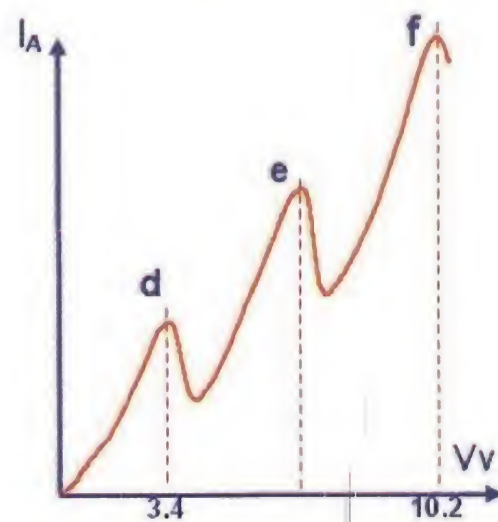
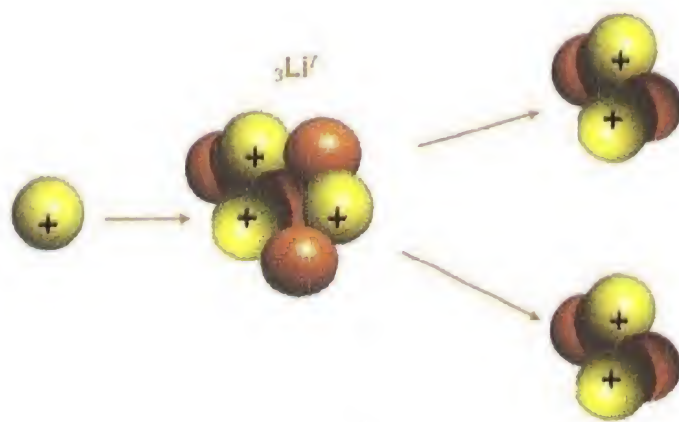
א. לא משתנה.
 ב. 0
 ג. $6.08^\circ, B_1=B_3, B_2=0$
 ד. $14.93^\circ, 9.09^\circ, 9.09^\circ$

מתכונות קרינה וחומר



אנרגיה ב- eV רמה

00		0
4		-0.85
3		-1.51
2		-3.4
1		-13.6

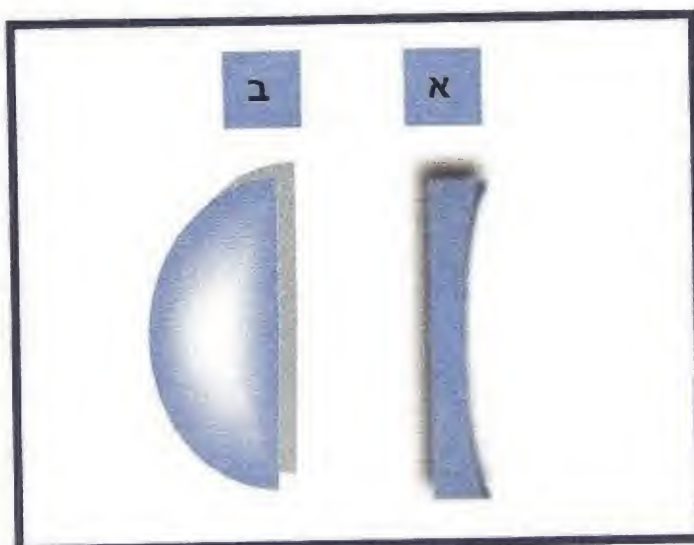




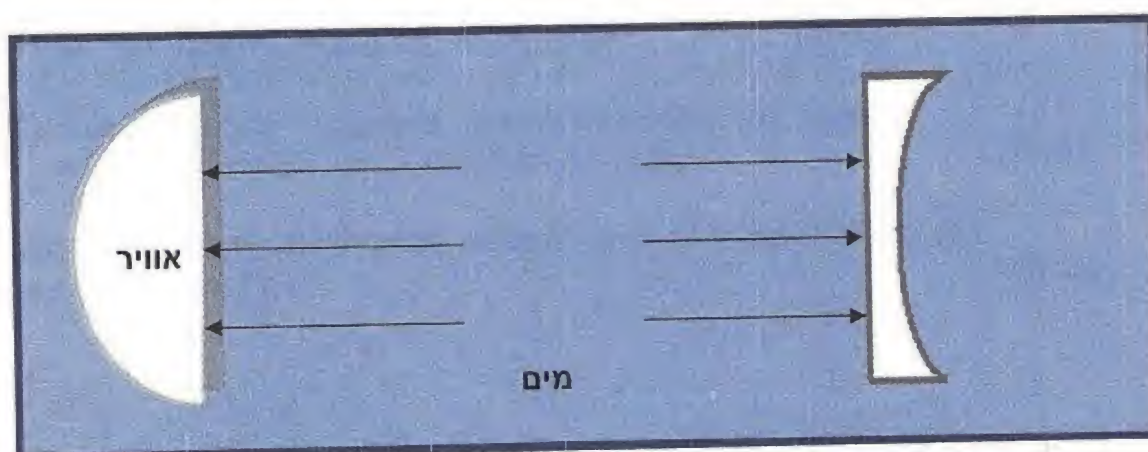
מבחן מספר 1

1

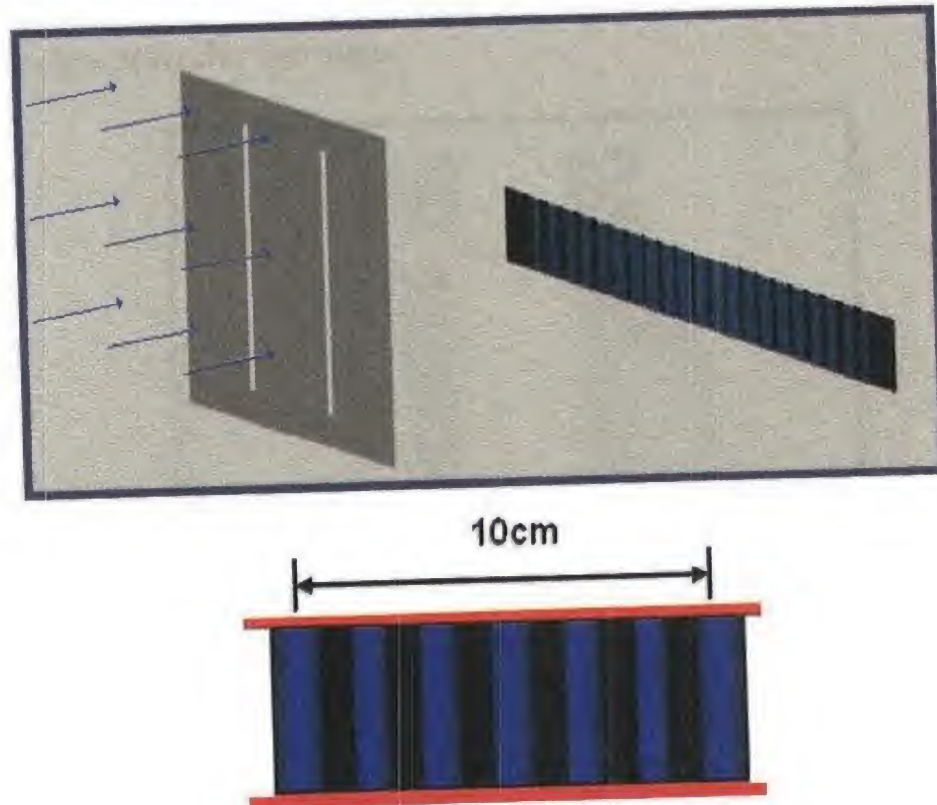
נתונות שתי עדשות דקות.
דמותו המוגדלת וההפוכה של עצם, הנמצא במרחק של 40cm מן העדשה הראשונה, נוצרה במרחק של 60 cm ממנה.
דמותו המוקטנת של עצם, הנמצא במרחק 40cm מן העדשה השנייה, נוצרה במרחק של 20cm ממנה באותו הצד של העצם.



- האם העדשה הראשונה היא זו המתוארת בתרשים א' או זו המתוארת בתרשים ב'? נמק. (5 נק')
- חשב את f_1 ואת f_2 , וקבע לגבי כל עדשה, האם היא מרכזת או מפזרת. (10 נק')
- סרטט את מהלך הקרניים ליצירת הדמות בכל אחת מהעדשות. מהי ההגדלה בכל אחת מן העדשות? (15 נק')
- משקיעים כל אחת מהעדשות במים $n=1.33$. האם מרחק הדמות מהעדשה יגדל, יקטן או לא ישתנה, בהשוואה לזה שהתקבל כשהעדשות היו באוויר? (ענה לגבי כל אחת מהעדשות. מרחק העצם מהעדשות לא השתנה). (10 נק')
- אלומת אור מקבילה חודרת לכל אחת מהעדשות. שרטט את הקרניים בצאתן מהעדשות, כשהעדשות הן עדשות אוויר השקועות במים. (10 נק')

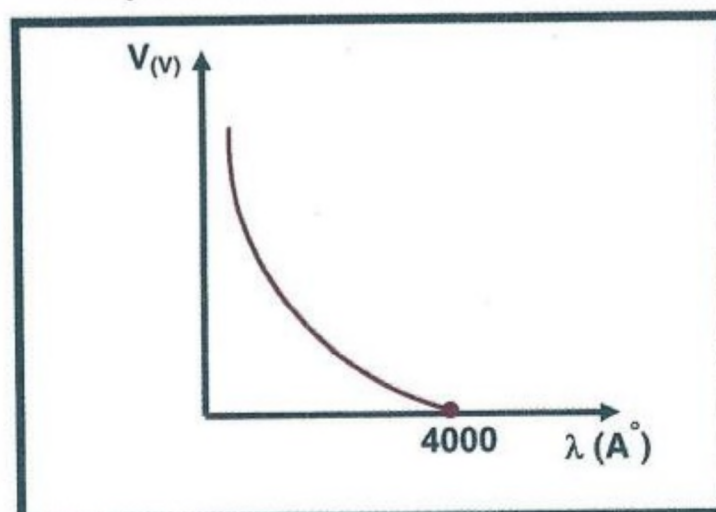


בתרשים שלפניך מתוארת תכנית התאבכות שנוצרה על-ידי אלומת אור מונוכרומטי (חד-צבעי) בעלת אורך גל של $\lambda_1 = 4700 \text{ \AA}$. האלומה עברה דרך זוג חריצים מלבניים ומקבילים. כיוון האלומה מאונך לחריצים, והתבנית התקבלה על מסך מקביל למישור החריצים במרחק 3 מ' ממישור החריצים. התרשים התחתון מראה חלק מפסי ההתארכות שהתקבלו על המסך.



- א. תלמיד מדד את המרחק בין שני פסי אור שאינם סמוכים, ומצא שהמרחק שווה ל-10 ס"מ.
- (1) מדוע מדד התלמיד את המרחק בין שני פסי אור שאינם סמוכים? (5 נק')
- (2) קבע את המרחק d בין הסדקים. (10 נק')
- ב. כמה פסים מוארים מתקבלים על המסך כולו? (10 נק')
- ג. מחליפים את האלומה הנוכחית באלומה בעלת אורך גל של $\lambda_2 = 6500 \text{ \AA}$.
- (1) מה יהיה המרחק בין שני פסי אור סמוכים? (10 נק')
- (2) האם מספר הפסים המוארים, שיתקבלו על המסך כולו, ישתנה? אם לא-נמק מדוע. אם כן-חשב מה יהיה מספרם. (5 נק')
- ד. האם תבנית ההתאבכות תשתנה אם מקור האור לא יימצא בדיוק על הקו האמצעי שבין הסדקים? (10 נק')

הגרף שלפניך מתאר את הקשר בין המתח העוצר לאורך הגל של קרינה אלקטרומגנטית (אור) הפוגעת בקטודה של תא פוטואלקטרי.



$$V = \frac{hc}{q} \cdot \frac{1}{\lambda} - \frac{B}{q}$$

א. הוכח שהקשר בין המתח העוצר לאורך הגל נתון בביטוי:
(10 נק')

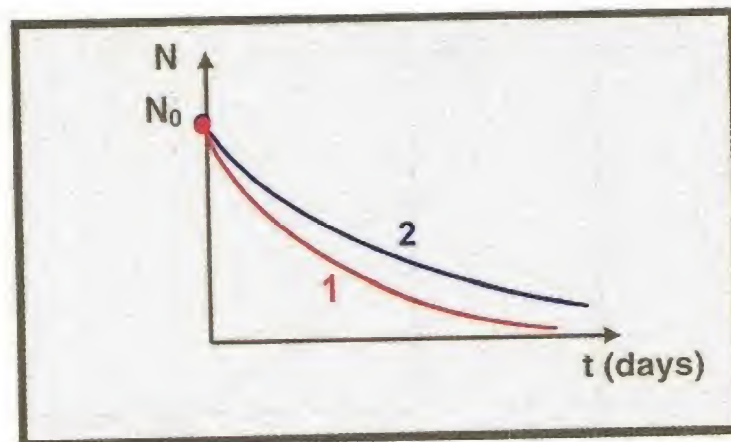
ב. חשב את פונקציית העבודה של המתכת. (10 נק')

ג. מהו המתח העוצר כאשר אורך הגל של האור המוקרן הוא 2000 Å ? (10 נק')

ד. מהי המהירות המקסימלית של האלקטרונים שיפלטו באורך גל של 2000 Å ?
(10 נק')

ה. מחליפים את התא בתא אחר עם פולט, שפונקציית העבודה שלו קטנה יותר. העתק את הגרף למחברתך והוסף בו סרטוט מקורב של העקום שהיה מתקבל הפעם. (10 נק')

שני איזוטופים רדיואקטיביים בעלי אותו מספר של אטומים רדיואקטיביים מתפרקים בהתאם למתואר בתרשים:



א. הגדר את המושגים הבאים:

- (1) קבוע הדעיכה. (3 נק')
- (2) זמן מחצית החיים. (3 נק')
- (3) פעילות. (3 נק')

ב. בהתאם לגרף קבע לאיזה מהאיזוטופים:

- (1) קבוע דעיכה גדול יותר. (3 נק')
- (2) זמן מחצית חיים קצר יותר. (3 נק')
- (3) פעילות גבוהה יותר. (3 נק')

ג. במדגם של איזוטופ רדיואקטיבי המתפרק לאיזוטופ יציב נספרו בזמן מסוים 8200 התפרקויות לדקה. כעבור שעה נספרו 7500 התפרקויות לדקה.

- (1) מצא את זמן מחצית החיים של האיזוטופ. (8 נק')
- (2) חשב את מספר הגרעינים של האיזוטופ בכל אחת מהמידות. (8 נק')
- (3) מצא את תוחלת החיים של גרעין בודד. (8 נק')
- (4) לאחר כמה זמן יישאר רק גרעין אחד של האיזוטופ? (8 נק')

תשובות – מבחן מספר 1

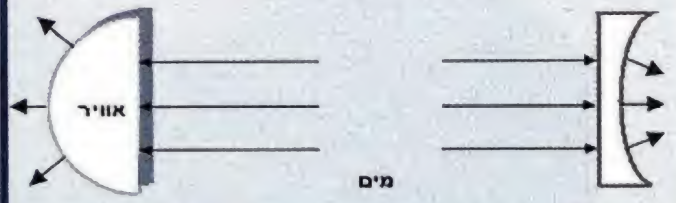
1

א. העדשה הראשונה-עדשה ב'.
העדשה השנייה-עדשה א'.

ב. $24\text{cm}, -40\text{cm}$.
ג. $0.5, 1.5$.

ד. בעדשה הראשונה הדמות תתקרב לעדשה.
בעדשה השנייה הדמות תתרחק מהעדשה.

ה.



2

א. (1) להגדלת הדיוק.
 $8.46 \cdot 10^{-5}\text{m}$ (2)

ב. 360

ג. (1) 0.023m
(2) כן, יהיו 260.

ד. היא תוזז (ימינה או שמאלה), אך לא תשתנה.

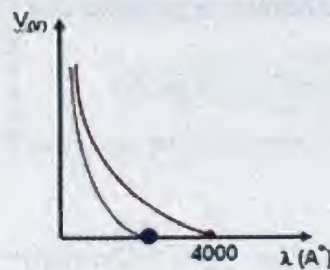
3

ה.

ב. $B = 3.1\text{eV}$

ג. $V = 3.1\text{ V}$

ד. $v = 1.046 \cdot 10^6\text{ m/sec}$



4

א. (1) קבוע הדעיכה- הסיכוי להתפרקות ביחידת הזמן הבאה.
(2) זמן מחצית החיים- הזמן עד להתפרקות מחצית מכמות החומר.
(3) פעילות- מספר התפרקויות ביחידת זמן.

ב. (1) 1 (2) 1 (3) 1

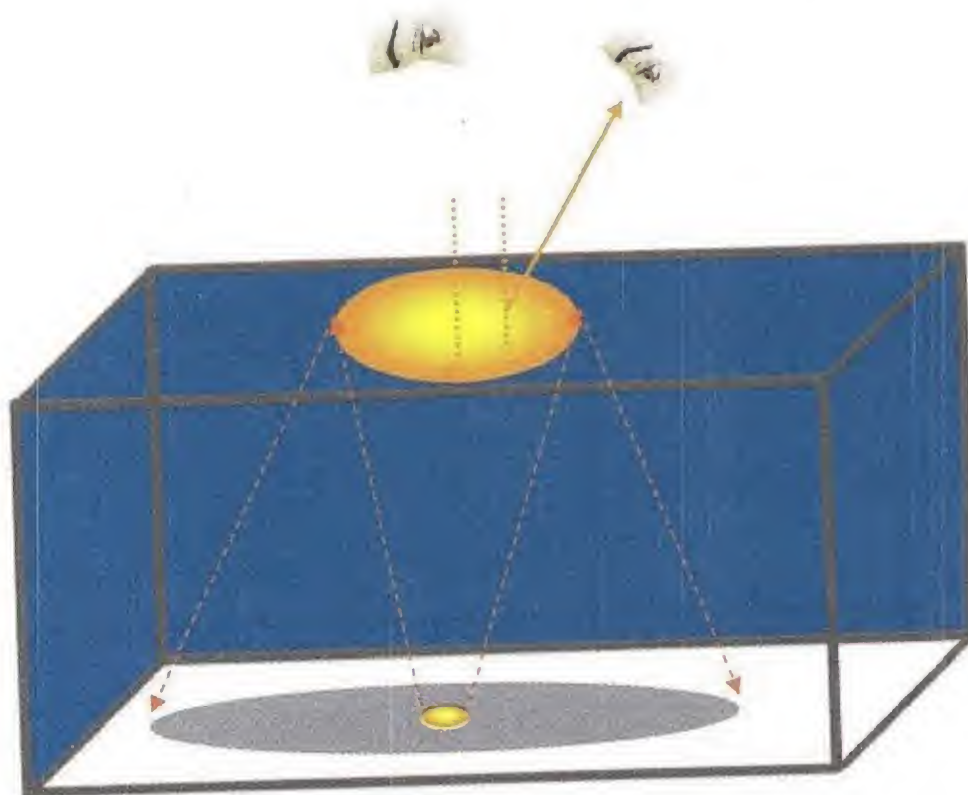
ג. (1) 466 דקות.
(2) $5.04 \cdot 10^6, 5.51 \cdot 10^6$
(3) 672.2 דקות.
(4) 174 שעות.

מבחן מספר 2

1

במרכז של קרקעית כלי רחב בו מצויים מים ($n=1.33$) בגובה של 40 cm נמצא מקור אור נקודתי O.

א. חשב את שטח המשטח העליון על פני המים, שדרכו מסוגלות קרני האור של המקור להגיע לאוויר מעל פני המים. (10 נק')



ב. באיזה עומק ייראה מקור האור, אם מסתכלים מבחוץ אל פני המים בזווית של 60° ביחס לאנך בנקודת הפגיעה? (10 נק')

ג. קרקעית הכלי צבועה בצבע לבן המפזר את האור הפוגע בו לכל הכיוונים. כאשר מתבוננים מלמעלה רואים עיגול כהה סביב מקור האור. חשב את שטח העיגול הכהה. (10 נק')

ד. כיצד ישתנה שטח המשטח העליון (שחישבת בסעיף א') אם:

(1) מוסיפים לכלי עוד מים? הסבר. (5 נק')

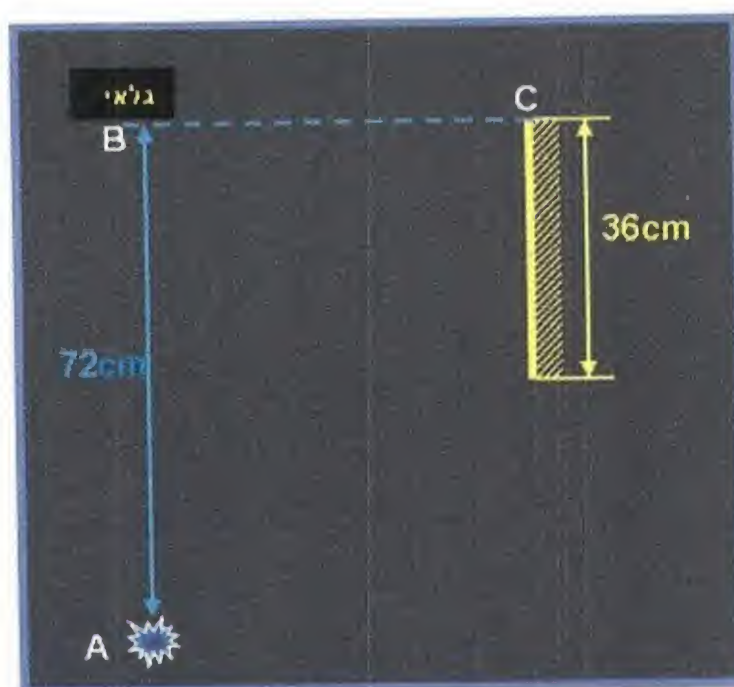
(2) במקום מים היה באותו גובה נוזל בעל מקדם שבירה גדול יותר? הסבר. (5 נק')

ה. כיצד ישתנה שטח העיגול הכהה (שחישבת בסעיף ג') אם:

(1) מוסיפים לכלי עוד מים? הסבר. (5 נק')

(2) במקום מים היה באותו גובה נוזל בעל מקדם שבירה גדול יותר? הסבר. (5 נק')

מקור גלים נקודתי A פולט גלי מיקרו שאורך הגל שלהם $\lambda = 6\text{ cm}$. במרחק 72 cm מהמקור נמצא גלאי B. לוח מתכת המקביל ל-AB שאורכו 36 cm משמש מראה לגלי המיקרו.



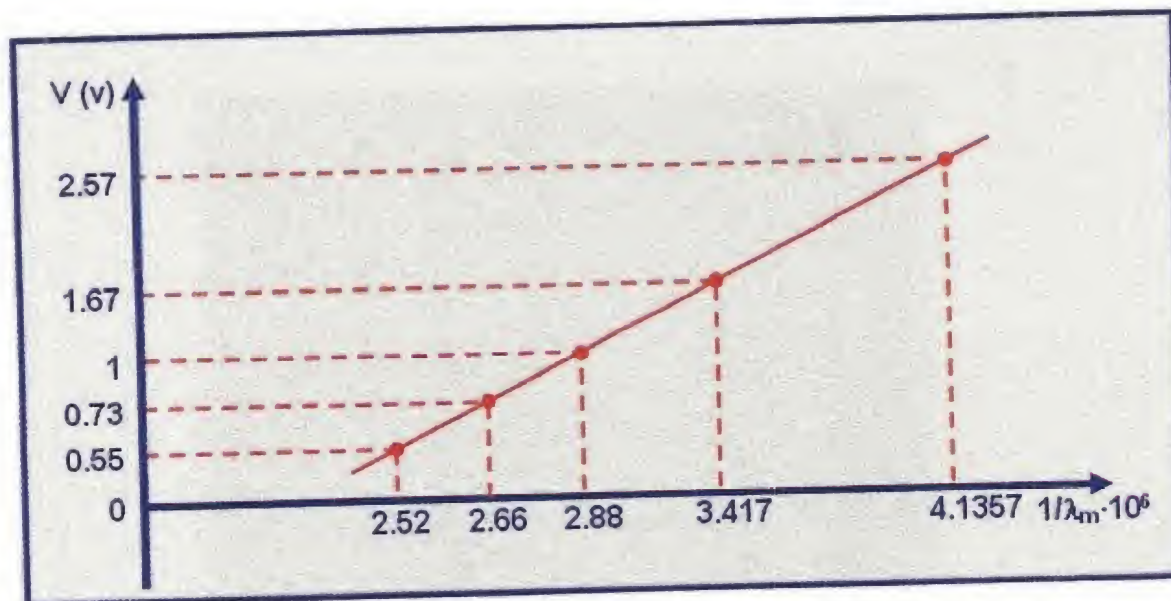
א. הוכח שגלי המיקרו היוצאים מ-A ופוגעים בלוח מגיעים לגלאי B. (10 נק')

ב. נמצא כי המרחק מהנקודה בה נמצא הגלאי B אל קצה הלוח C הוא המרחק המקסימלי בו מתקבלת עוצמת קרינה מקסימלית. מהו המרחק BC? (24 נק')

ג. משנים בהדרגה את אורך הגל המופק ממקור הקרינה A. ציין לגבי כל אחד מאורכי הגל הבאים האם תתקבל בגלאי B עוצמת קרינה מקסימלית, מינימלית או עוצמת ביניים:
 $\lambda_1 = 1.5\text{ cm}$, $\lambda_2 = 2\text{ cm}$, $\lambda_3 = 3\text{ cm}$, $\lambda_4 = 8\text{ cm}$. (16 נק')

3

תלמיד, אשר ביצע ניסוי לבדיקת האפקט הפוטואלקטרי, סרטט גרף של מתח העצירה כפונקציה של $\frac{1}{\lambda(m)}$.

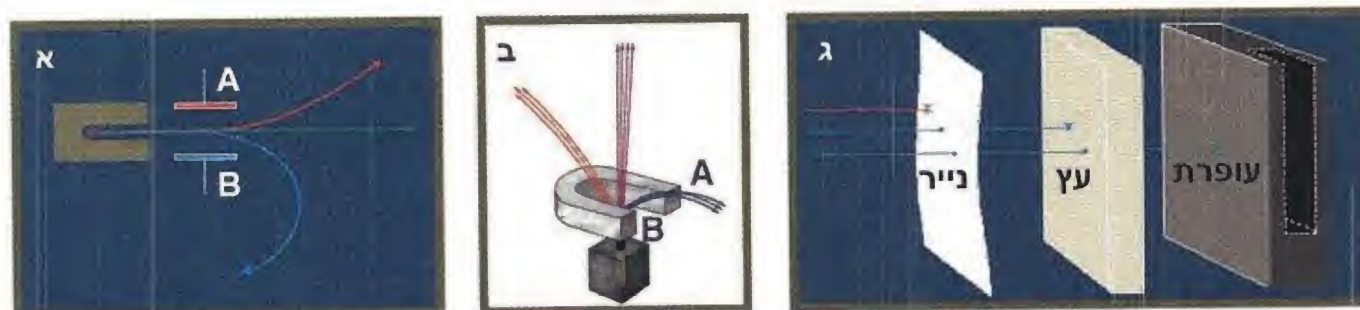


א. קבע בעזרת הגרף את:

- 1) פונקציית העבודה של המתכת. (5 נק')
 - 2) תדירות הסף. (5 נק')
 - 3) קבוע פלאנק. (5 נק')
 - 4) אורך הגל המקסימלי (ב- A°) שעבורו ייפלטו אלקטרונים. (5 נק')
- ב. מה הייתה מהירותם המרבית של האלקטרונים המגיעים אל האנודה, כאשר מתח העצירה הוא 1.67 V ? (10 נק')
- ג. מהו מתח העצירה, כאשר אורך הגל של האור המוקרן הוא 3800 A° ? (10 נק')
- ד. מחליפים את התא בתא אחר עם פולט אחר, שאנרגיית הקשר שלו קטנה יותר, וחוזרים על כל הניסויים:
- 1) האם שיפוע הגרף שיתקבל יגדל, יקטן או שיהיה שווה לזה שמתואר בגרף? נמק. (5 נק')
 - 2) האם נק' החיתוך עם הציר האופקי תזוז ימינה, שמאלה או תישאר במקומה? הסבר. (5 נק')

א. בכל אחד מהתרשימים א-ג מתוארת שיטה כיצד ניתן להבחין בין המרכיבים השונים של קרינה רדיואקטיבית.

- (1) הסבר כל אחת מהשיטות. (6 נק')
- (2) קבע איזו קרינה מייצג כל צבע בכל אחת מהשיטות. (6 נק')
- (3) מה כיוון השדה המגנטי בתרשים ב, ומה כיוון השדה החשמלי בתרשים א? הסבר. (6 נק')



ב. איזוטופ הרדיואקטיבי אורניום $^{238}_{92}\text{U}$ פולט קרינת α והופך לאיזוטופ תוריום Th. התוריום פולט קרינות β ו- γ והופך לאיזוטופ של פלדיום Pa. הפלדיום פולט קרינות β ו- γ והופך לאיזוטופ של X. רשום ליד הסמלים Pa, Th, X את מספר המסה ואת המספר האטומי המתאים. לאיזה יסוד שייך האיזוטופ X? (12 נק')

ג. אם זמן מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי מסוים היא 24 שעות, איזה חלק ממנו יישאר אחרי שבוע? (5 נק')

ד. מהי האקטיביות של מדגם מן החומר הרדיואקטיבי שבסעיף הקודם, המכיל מיליון אטומים? (6 נק')

ה. חשב תוך כמה זמן יישארו שני אטומים. בפועל לאחר הזמן שחושב לא נמצאו אטומים. הסבר האם זה ייתכן. (9 נק')

תשובות – מבחן מספר 2

2

ב. 10.5cm

ג. λ_1 - הפרש הדרכים הוא כפולה שלמה של אורך גל (2λ) לכן עוצמה מינימלית.

ג. λ_2 - הפרש הדרכים הוא כפולה שלמה של 3 חצאי אורך גל לכן עוצמה מקסימלית.

ג. λ_3 - הפרש הדרכים הוא בדיוק אורך גל. עוצמה מינימלית.

ג. λ_4 - עוצמת ביניים.

1

א. 6537.2 סמ"ר

ב. 19.8cm

ג. 26149.5 סמ"ר

ד. (1) יגדל
(2) יקטן

ה. (1) יגדל
(2) יקטן

3

א. 2.61ev (1)
 $6.25 \cdot 10^{14}$ Hz (2)
 $6.68 \cdot 10^{-34}$ J-sec (3)
 4800° (4)

ב. $v = 7.66 \cdot 10^5$ m/sec

ג. 0.77V

ד. (1) לא ישתנה (אינו תלוי בפונקציית העבודה).
 (2) תדוז שמאלה.

4

א. (2) α אדום. β תכלת, γ ירוק.
 α אדום. β כחול, γ סגול.
 α אדום. β תכלת, γ ירוק.

ב. אורניום, $^{234}_{92}\text{X} \rightarrow ^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U}$

ג. 0.0078125

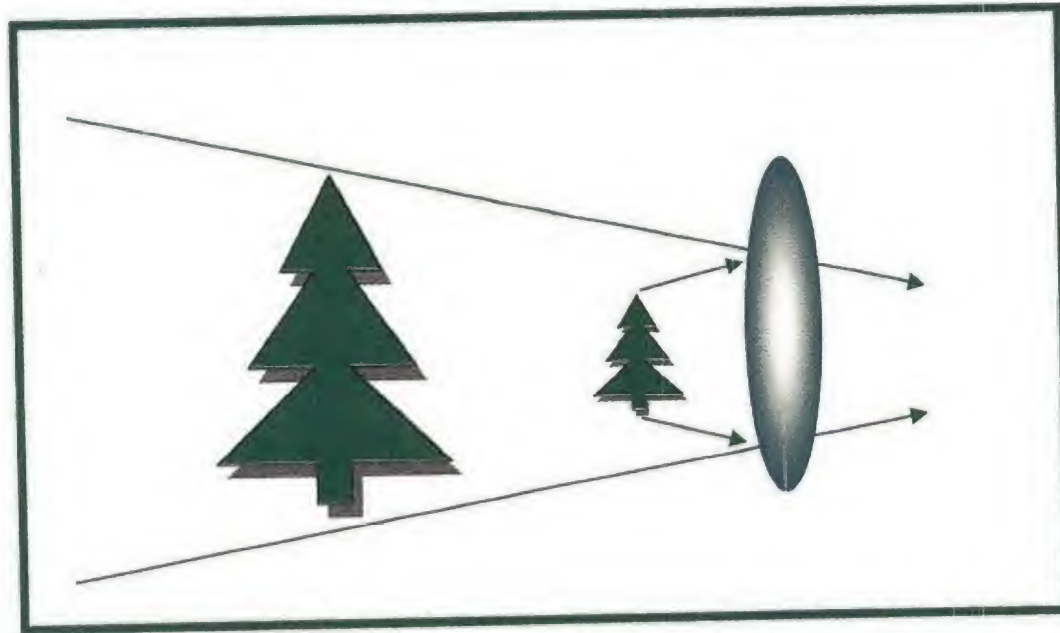
ד. 28881.13(1/h)

ה. 454.3 שעות (18.93 ימים).

מבחן מספר 3

מציבים עצם לפני עדשה. הדמות של העצם הנוצרת על ידי העדשה מתקבלת במרחק של 60cm מהעדשה, והיא ישרה ומוגדלת פי 3.

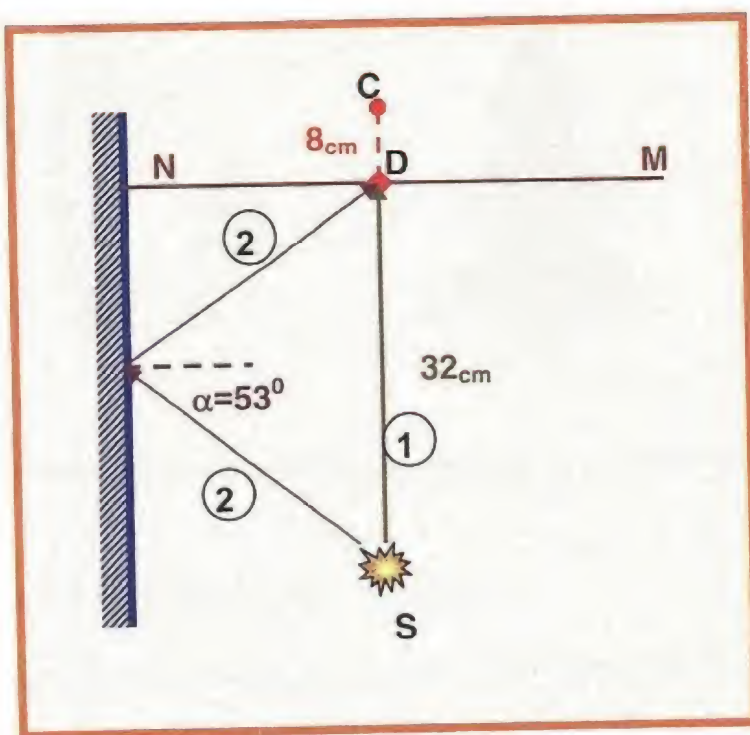
1



- א. האם העדשה מרכזת או מפזרת? נמק. (5 נק')
- ב. חשב את מרחק המוקד של העדשה ואת עוצמת העדשה בדיופטרים. (10 נק')
- ג. שרטט מהלכן של 3 קרניים היוצאות מראש העצם ויוצרות את הדמות המתקבלת על-ידי העדשה. (10 נק')
- ד. מקרבים את העצם לעדשה. איזה מהגדלים הבאים ישתנה ומה יהיה השינוי:
 - (1) מרחק הדמות מהעדשה. (5 נק')
 - (2) גודל הדמות. (5 נק')
 - (3) מרחק הדמות מהעצם. (5 נק')
- ה. מציבים את אותו העצם באותו המרחק לפני אותה עדשה, שמקדם השבירה שלה 1.5, אך עתה כל המערכת טבולה במים ($n=1.33$). האם הדמות הנוצרת על-ידי העדשה במים תתקבל במרחק גדול, קטן או שווה לזה שהתקבל באוויר? נמק (במילים בלבד). (10 נק')

2

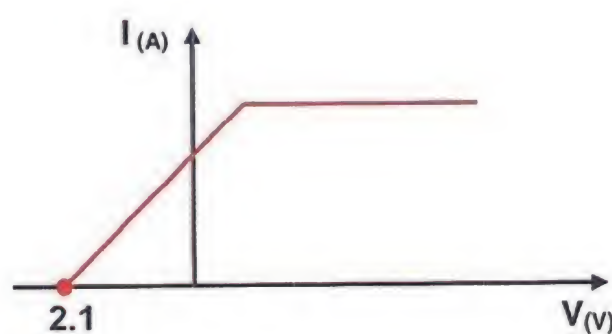
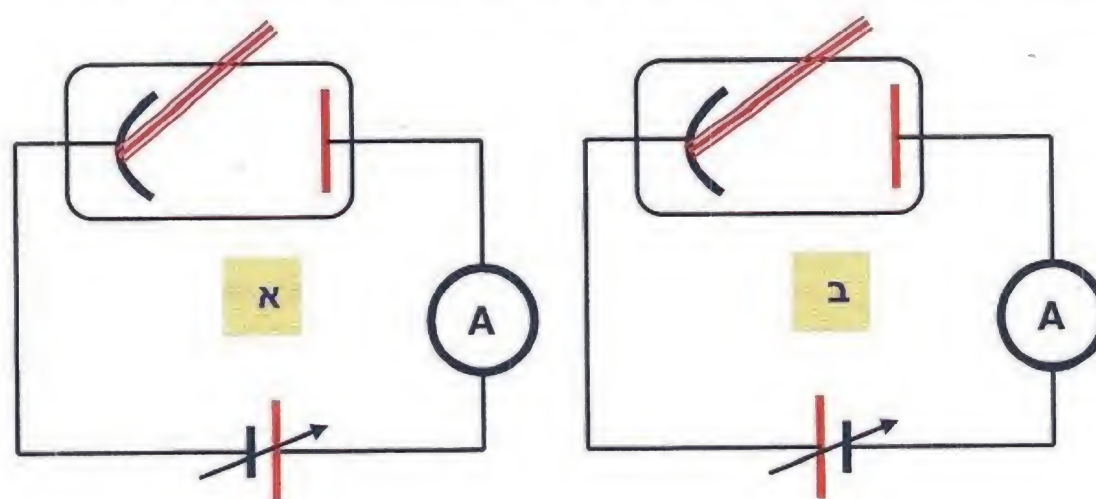
- בתרשים שלפניך מתוארת מערכת ניסוי במבט מלמעלה.
 בנקודה S מוצב מקור נקודתי של גלי מיקרו בעלי אורך גל מסוים. בנקודה D מוצב חיישן לגלי מיקרו. לוח מתכת הניצב למישור הדף משמש מראה לגלי המיקרו.
 גלים הנפלטים מן המקור ב-S מגיעים לחיישן D בשתי דרכים:
 (1) ישירות מהמקור.
 (2) לאחר החזרה מלוח המתכת, שכתוצאה ממנה נוצר היפוך מופע.



כאשר החיישן מוזז לאורך המסילה MN המאונכת ללוח המתכת, מתגלות נקודות מקסימום ומינימום של עוצמת הגל.

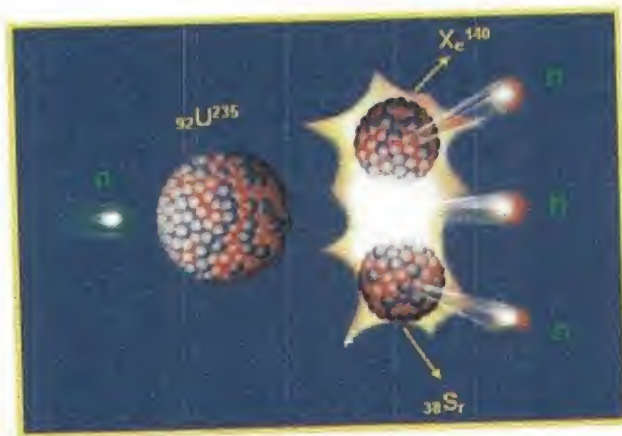
- א. האם כאשר הפרש הדרכים הוא מספר שלם של אורכי גל, מתקבלות נקודות מקסימום או מינימום? נמק. (10 נק')
- ב. נמצא כי נקודה D היא נקודת המינימום, הקרובה ביותר ללוח המתכת מבין נקודות המינימום, המתגלות לאורך המסילה MN. (SD מקביל ללוח המתכת).
 (1) חשב את ההפרש בין דרך (2) לבין דרך (1). (8 נק')
- (2) חשב את אורך הגל של גלי המיקרו. (12 נק')
- ג. האם נקודת המקסימום, הקרובה ביותר ללוח המתכת מבין נקודות המקסימום המתגלות לאורך המסילה MN, נמצאת מימין או משמאל לנקודה D? (10 נק')
- ד. מזיזים את הגלאי מנקודה D לנקודה C. האם בנקודה C תתקבל נקודת מינימום, נקודת מקסימום או נקודת ביניים? נמק. (10 נק')

תא פוטואלקטרי חובר למעגל חשמלי בשני אופנים:
 בתרשים א' חוברת הקטודה של התא להדק השלילי של מקור מתח, שמתחו ניתן לשינוי.
 בתרשים ב' חוברת הקטודה של התא להדק החיובי של מקור המתח הנ"ל.
 תוצאות המדידות סוכמו בגרף, המתאר את הקשר בין עוצמת הזרם לבין המתח שבין האנודה והקטודה, כשהיא מוקרנת באור מונוכרומטי באורך גל של 4800 \AA .



- מה מייצגת נקודת החיתוך עם הציר האופקי, ובמה היא תלויה? נמק. (10 נק')
- חשב את פונקציית העבודה של המתכת. (10 נק')
- ג. (1) מדוע הזרם אינו מתאפס כאשר המתח שווה לאפס? נמק. (5 נק')
- (2) במה תלוי זרם הרוויה? נמק. (5 נק')
- ד. איזה מעגל שבתרשים א' או בתרשים ב' מתאים לערכי מתח חיוביים, ואיזה-לערכי מתח שליליים? נמק. (10 נק')
- ה. העתק את הגרף למחברתך, והוסף בו סרטוט מקורב של העקום, שהיה מתקבל:
 (1) עבור עוצמת אור גדולה יותר. (5 נק')
- (2) עבור אורך גל ארוך יותר. (5 נק')

בביקוע גרעיני ניוטרון שנבלע על-ידי גרעין כבד $^{235}_{92}\text{U}$ גורם להיווצרות גרעין מורכב תחילה, והוא מתפצל אחר-כך לשני גרעינים רדיואקטיביים: קסנון $^{140}_{54}\text{Xe}$ וסטרונציום $^{94}_{38}\text{Sr}$.

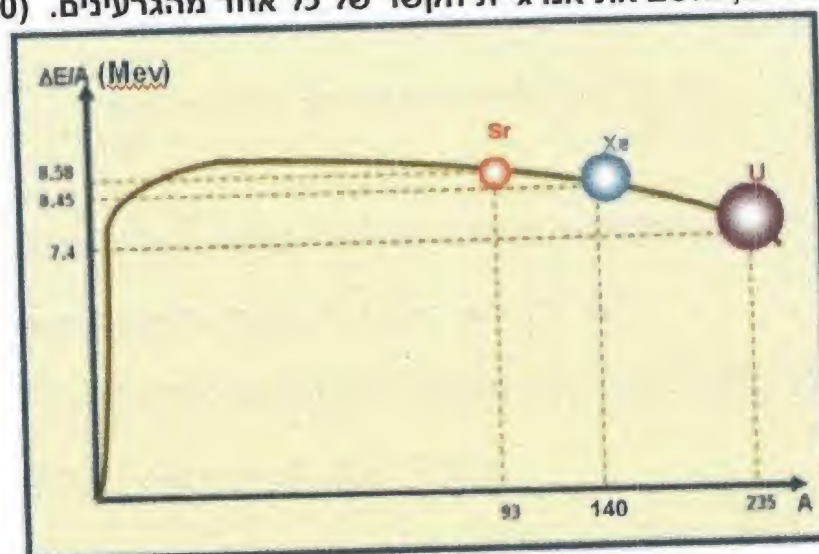


א. רשום את הנוסחה של כל תהליך הביקוע. (10 נק')

ב. $^{140}_{54}\text{Xe}$ דועך מספר פעמים רצופות עד הפיכתו לאיזוטופ היציב $^{140}_{58}\text{Ce}$.
סטרונציום $^{94}_{38}\text{Sr}$ דועך מספר פעמים רצופות עד שנהפך לאיזוטופ היציב זירקוניום $^{93}_{40}\text{Zr}$.

- (1) כמה התפרקויות ואיזה סוג של התפרקות עבר גרעין Xe , עד שהתקבל גרעין Ce ? הסבר. (5 נק')
- (2) כמה התפרקויות ואיזה סוג של התפרקות עבר גרעין Sr , עד שנהפך ל- Zr ? (5 נק')

ג. מצא בגרף את אנרגיית הקשר לנוקלאון בגרעין: האורניום, הקסנון והסטרונציום, וחשב את אנרגיית הקשר של כל אחד מהגרעינים. (10 נק')



ד. חשב את מהירותו של כל אחד מהניוטונים, שהתקבלו במהלך הביקוע, בהנחה שכל תוספת האנרגיה הקינטית, שנוצרה עקב הביקוע, מתחלקת בין הניוטונים. (10 נק')

ה. הגרעין $^{235}_{92}\text{U}$ דועך לאיזוטופ של עופרת Pb תוך כדי פליטה רצופה של חלקיקי α ו-6 אלקטרונים.
ציין את המספר האטומי והמסה האטומית של אטום העופרת Pb . (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 3

<p style="text-align: right;">2</p> <p>א. נק' מינימום. גל הפוגע בלוח המתכת מוחזר ממנו עם מופע הפוך לגל הפוגע.</p> <p>ב. 8cm (1) 8cm (2)</p> <p>ג. משמאל לנק' D.</p> <p>ד. נק' ביניים.</p>	<p style="text-align: right;">1</p> <p>א. מרכזת.</p> <p>ב. $f=30\text{cm}$, $D=3.33\text{cm}$</p> <p>ד. 1) יקטן 2) יקטן 3) יקטן</p> <p>ה. הדמות תתקבל רחוק יותר מהעדשה.</p>
--	---

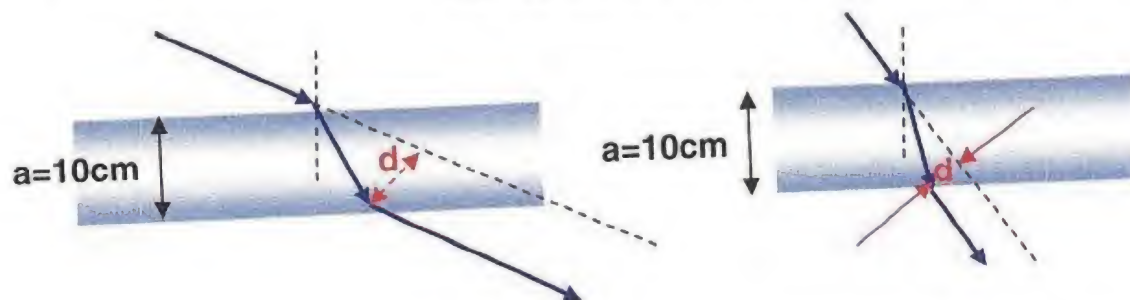
<p style="text-align: right;">3</p> <p>א. את מתח העצירה, בתדירות האור הפוגע ובסוג המתכת.</p> <p>ב. 0.483eV</p> <p>ג. 1) יש לאלקטרונים אנרגיה קינטית שנותרה להם לאחר עקירתם מהמשטח, והם נעים באופן אקראי כך שחלק מהם מגיע אל האנודה.</p> <p>2) בעוצמת האור.</p> <p>ד. מעגל א'- ערכי מתח חיוביים.</p> <p>ה.</p>	
--	--

<p style="text-align: right;">4</p> <p>א. $n + {}_{92}\text{U}^{235} \rightarrow {}_{92}\text{U}^{236} \rightarrow {}_{54}\text{Xe}^{140} + {}_{38}\text{Sr}^{93} + 3n$</p> <p>ב. 1) 4β 2) 2β</p> <p>ג. $E_{(U)}=2.78 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ $E_{(Xe)}=1.79 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ $E_{(Sr)}=1.27 \cdot 10^{-10} \text{ J}$</p> <p>ד. $v=1.08 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$</p> <p>ה. ${}_{82}\text{Pb}^{203}$</p>	
---	--

מבחן מספר 4

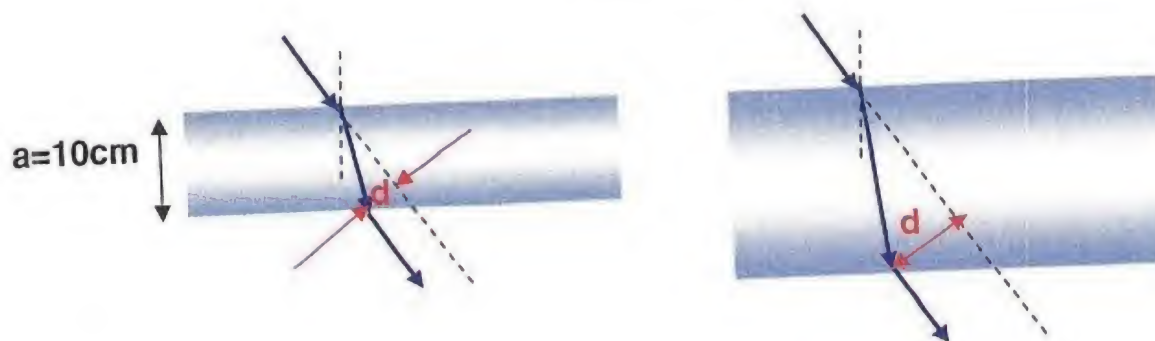
1

הקרינו את המשטח העליון של תיבה שעוביה 10cm ומקדם השבירה שלה 1.6 ע"י קרן אור חד צבעי, פעם בזווית של 20° ופעם בזווית של 50° .



א. חשב את מידת ההסחה d בכל אחד מהמצבים. (10 נק')

לוקחים שתי תיבות בעלות עובי שונה, האחת בעובי של 10m והשניה בעובי של 20m, ומקרינים את המשטח העליון שלהן בקרן אור חד צבעי. זווית הפגיעה בשתי התיבות הייתה 20° ומקדם השבירה 1.6 לשתי התיבות.



ב. חשב את מידת ההסחה של הקרן עבור כל אחד מהעוביים. (10 נק')

לוקחים שתי תיבות בעלות אותו עובי 10m ונותנים לאותה קרן אור לפגוע במשטח העליון שלהן בזווית של 20° . לתיבה אחת מקדם שבירה 1.4 ולשניה מקדם שבירה 1.6.

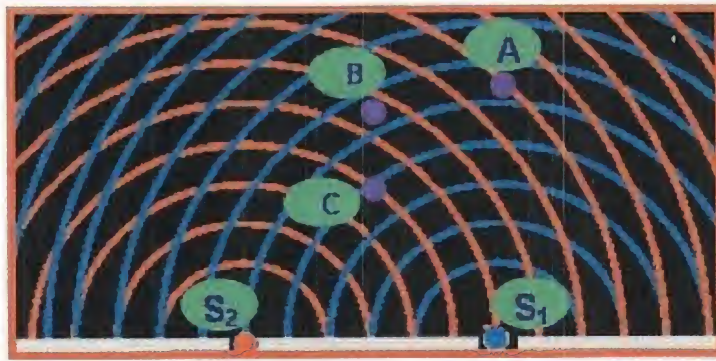
ג. חשב את מידת ההסחה עבור כל אחת מהתיבות. (10 נק')

ד. 1) באילו גדלים תלויה מידת ההסחה של קרן אור הפוגעת בתיבה, וכיצד כל אחד מהגדלים משפיע עליה? (5 נק')

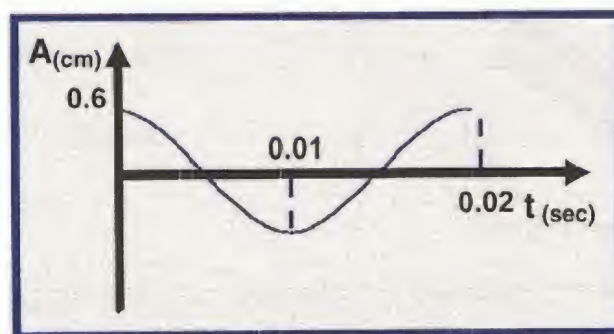
2) מדוע אין אנו מבחינים בהסחה של אור העובר דרך שמשת החלון? (5 נק')

ה. הוכח שמידת ההסחה נתונה בביטוי $d = \frac{a}{\cos \beta} \cdot \sin(\alpha - \beta)$ (10 נק')
(β זווית השבירה תלויה ב- n וב- α)

שני כדורים מתנוודים, כל אחד בתדירות 50 Hz . הכדורים טובלים באמבט גלים ומשמשים כשני מקורות נקודתיים S_1 ו- S_2 לגלים מעגליים. המרחק בין המקורות הוא 12 cm . התרשים שלפניך מתאר ברגע $t=0$ את חזיתות הגלים המתאימות לנקודות, שנמצאות בשיא הגובה מעל פני המים (כפי שהיו במנוחה). ברגע זה כל אחד מהכדורים נמצא בנקודת שיא הגובה מעל פני המים.

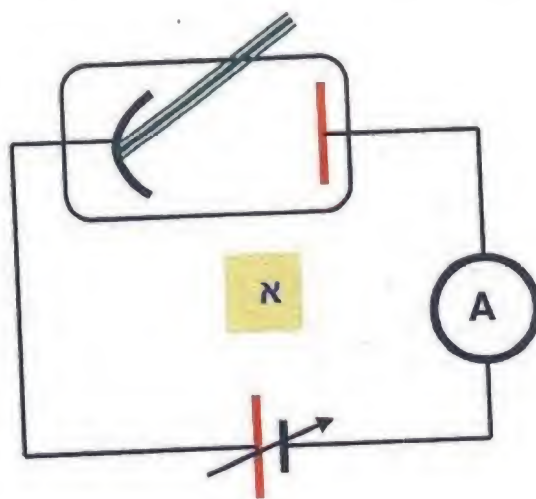


- א. על-פי התרשים חשב את אורך הגל שיוצר כל מקור. (5 נק')
- ב. לגבי כל אחת מהנקודות שבתת-סעיפים (1)-(5) שלהלן ציין, אם נוצרת בה התאבכות בונה, התאבכות הורסת או שהיא נקודת ביניים.
- (1) הנקודה A המסומנת בתרשים. נמק. (5 נק')
 - (2) הנקודה B המסומנת בתרשים. נמק. (5 נק')
 - (3) הנקודה C המסומנת בתרשים. נמק. (5 נק')
 - (4) הנקודה D הנמצאת במרחק 20 cm מהמקור S_1 , ו- 16 cm מהמקור S_2 . נמק. (7 נק')
 - (5) הנקודה F הנמצאת במרחק 22 cm מהמקור S_1 ו- 17 cm מהמקור S_2 . נמק. (7 נק')
- ג. הגרף שלפניך מתאר את העתק הנק' C כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד רגע $t=T$. (זמן של מחזור אחד).

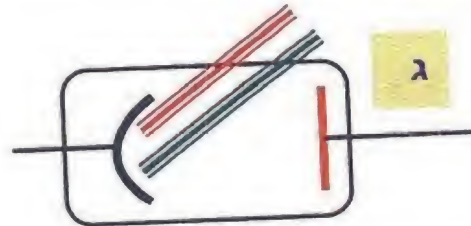
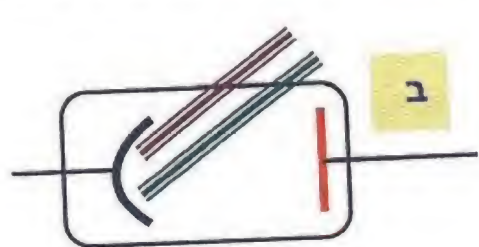


- (1) מהי המשרעת של כל גל? נמק. (6 נק')
- (2) סרטט גרף של העתק הנקודה B כפונקציה של הזמן מרגע $t=0$ עד לרגע $t=T$. (10 נק')

בניסוי להדגמת האפקט הפוטואלקטרי מאירים משטח מתכת שפונקצית העבודה שלה $B=2\text{eV}$ בעזרת נורה אחת. הנורה מספקת אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו 5000 \AA .



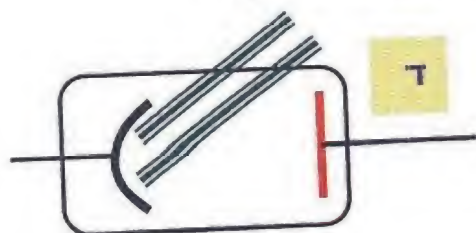
- א. חשב את מתח העצירה שנמדד. (10 נק')
- ב. חשב את תדירות הסף המתאימה. (10 נק')
- ג. מה יהיה מתח העצירה, אם בנוסף לאור הקודם יאירו את המשטח באור שאורך הגל שלו:



(1) 4000 \AA ? (5 נק')

(2) 7000 \AA ? (5 נק')

ד. מוסיפים לנורה הראשונה עוד נורות זהות לה. הסבר מה יקרה:



(1) למתח העצירה? (5 נק')

(2) לזרם הרוויה? (5 נק')

ה. (1) הסבר על-ידי התאוריה הגלית של האור את קיומו של זרם הרוויה. (5 נק')

(2) הסבר מדוע התלות של מתח העצירה בתדירות האור אינה מתיישבת עם התאוריה הקלאסית של גלים. (5 נק')

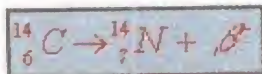
הרדיואיזוטופ ^{14}C משמש לקביעת גיל של ממצאים ארכיאולוגיים. איזוטופ זה נוצר כל הזמן גבוה באטמוספירה כתוצאה מפגיעת נייטרונים באטומי חנקן. אטומי ^{14}C מתקשרים עם חמצן ומתקבל CO_2 , הנקלט בצמחים שכידוע, נאכלים הן על-ידי בני אדם והן על-ידי בעלי החיים. כאשר האדם או בעל החיים מת, הוא מפסיק לקלוט גרעיני ^{14}C , ומספרם בו יורד עקב דעיכה רדיואקטיבית. לצורך קביעת גילו של דינוזאור לוקחים חלק מהשלד שלו ונמצא שהוא מכיל כמות מסוימת של פחמן, ממנה ניתן היה להסיק שמספר אטומי ^{14}C בגוף החי היה $2.1 \cdot 10^{12}$. מספר ההתפרקויות של אותה כמות חומר בדקה הייתה 40, וזמן מחצית החיים של ^{14}C הוא 5700 שנים.

א. מצא את קבוע ההתפרקות של החומר. (8 נק')

ב. חשב את קצב ההתפרקות של הגוף החי. (8 נק')

ג. חשב את גיל שלד הדינוזאור. (14 נק')

ד. הנוסחה המתארת את התהליך הרדיואקטיבי של ההתפרקות:



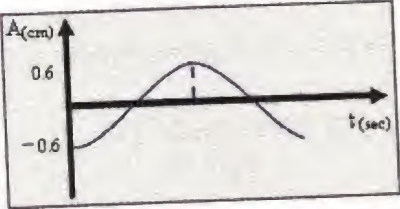
(1) כעבור כמה זמן מספר גרעיני החנקן (N) יהיה שווה למספר גרעיני ^{14}C ? (5 נק')

(2) האם סכום מסות התוצרים שווה למסת גרעין האב? אם כן- נמק מדוע. אם לא- במה מתבטא הפרש המסה הזה? (5 נק')

ה. חשב את אחוז גרעיני הפחמן ^{14}C שנותר בחלק השלד.



תשובות – מבחן מספר 4

- 1
- א. 1.36cm , 4.155cm
- ב. 1.36cm , 2.72cm
- ג. 1.36cm , 1.052cm
- ד. (1) מידת ההסחה תלויה בזווית הפגיעה, במקדם השבירה, ובעובי התיבה.
(2) עובייה קטן.
- 2
- א. 2cm
- ב. (1) נק' min
(2) נק' max
(3) נק' max
(4) נק' max: התאבכות בונה- הפרש הדרכים כפולה שלמה של אורכי גל.
(5) נק' min: התאבכות הורסת- הפרש הדרכים כפולה של חצאי אורכי הגל.
- ג. (1) 0.3cm . המשרעת בנק' היא כפולה מהמשרעת של כל גל.
(2)
- 
- 3
- א. 0.48V
- ב. $4.826 \cdot 10^{14}\text{Hz}$
- ג. (1) 1.1V
(2) 0.48V (מתח העצירה לא ישתנה כי לא יעקרו אלקטרונים).
- ד. (1) מתח העצירה לא תלוי בעוצמת האור ולכן לא ישתנה.
(2) זרם הרוויה יגדל.
- ה. (1) כל האלקטרונים הנפלטים מהקטודה מגיעים אל האנודה.
(2) מתח העצירה צריך להיות תלוי בעוצמת האור לפי התאוריה הקלאסית.
- 4
- א. $1.216 \cdot 10^{-4} 1/\text{year}$
- ב. 485.86 התפרקויות לדקה.
- ג. $2.05 \cdot 10^4$ שנים.
- ד. (1) 5700 שנים.
(2) לא, הפרש המסה הופך לאנרגיה קינטית של התוצרים.
- ה. 8.23%

מבחן מספר 5

1

תלמיד הרכיב מסך ומקור אור, נר שגובהו 15cm , על ספסל אופטי במרחק של 60cm זה מזה. בין המסך למקור הוא מיקם עדשה מרכזת. כאשר הוא הזיז את העדשה נמצא, כי ישנו רק מקום אחד בו נוצרת דמות חדה של המקור על המסך.



א. חשב את מרחק המוקד של העדשה ואת גודל הדמות. (10 נק')

ב. הכן תרשים (בקנה מידה) בו יצוינו הנר, העדשה והדמות על המסך. שרטט בו מהלכן של 3 קרניים, היוצאות מראש העצם, ויוצרות את הדמות המתקבלת על ידי העדשה. (10 נק')

ג. לא משנים את מקום המסך ואת מקור האור. האם תתקבל דמות חדה של הנר על המסך:

(1) כאשר מציבים עדשה שמרחק המוקד שלה הוא 20cm ? נמק. (5 נק')

(2) כאשר מציבים עדשה שמרחק המוקד שלה הוא 10cm ? נמק. (5 נק')

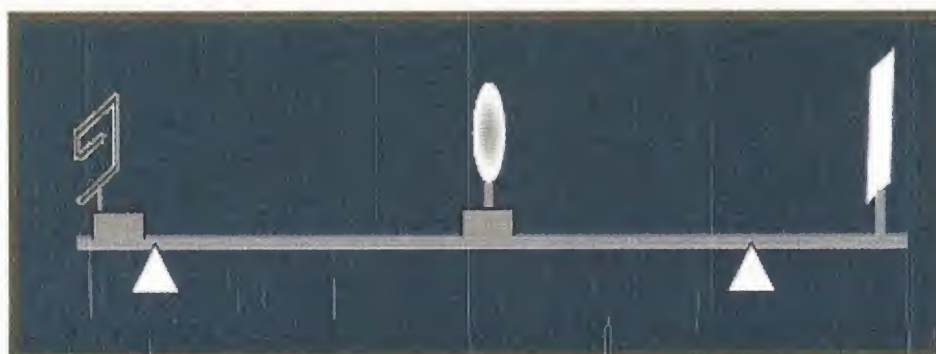
ד. כיצד ישפיע כל אחד מהשינויים הבאים על הדמות המתקבלת על המסך:

(1) אם מכסים את חצייה העליון של העדשה בבד אטום לאור? (5 נק')

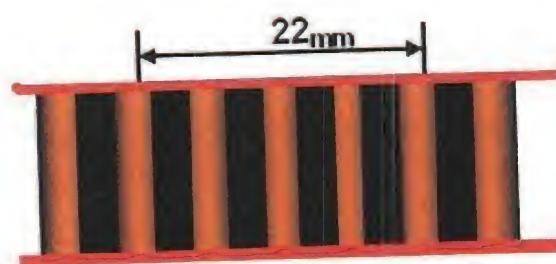
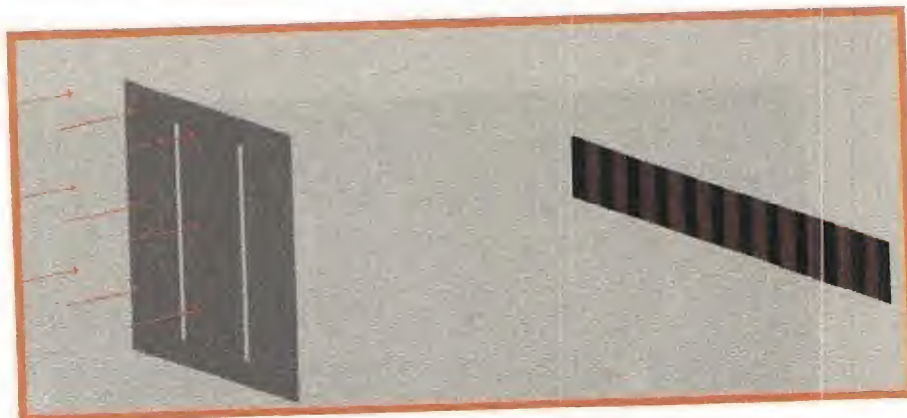
(2) אם מציבים לוח אטום לאור, הגדול מגובה הנר, אבל קטן מקוטר העדשה, מצידה השמאלי של העדשה, בינה לבין הנר? (5 נק')

(3) אם קודחים חור במרכז של העדשה? (5 נק')

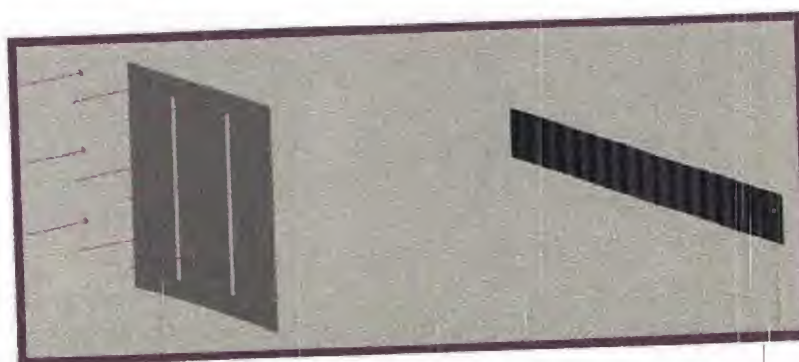
ה. התלמיד מחליף את הנר בפיסת נייר שעליה מודפסת האות פ. סרטט את צורת הדמות שהתלמיד יראה דרך העדשות. הסבר כיצד קיבלת צורה זו. (5 נק')



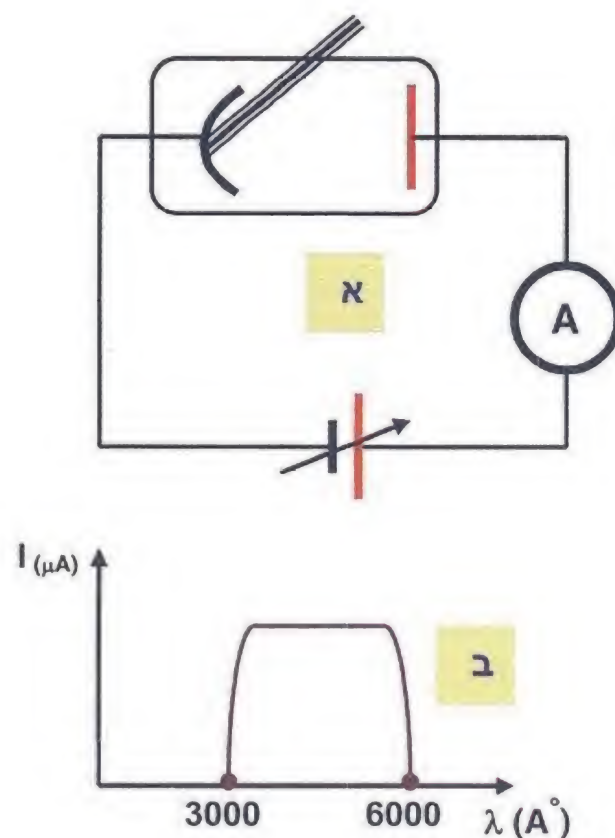
אלומת אור מקבילה מונוכרומטית פגעה בניצב ללוחית, שיש בה שני חריצים מקבילים, שהמרחק ביניהם $d=0.4\text{mm}$. תבנית ההתאבכות מתקבלת על מסך הממוקם במקביל ללוחית במרחק של $L=3.5\text{m}$. התרשים מתאר את תבנית ההתאבכות שהתקבלה.



- א. קבע את אורך הגל של האור הפוגע בחריצים. (10 נק')
- ב. כיצד תשתנה תבנית ההתאבכות אם מגדילים:
 - (1) את המרחק בין החריצים. נמק. (5 נק')
 - (2) מרחק מקור האור מהחריצים. נמק. (5 נק')
 - (3) אורך הגל של מקור האור. נמק. (5 נק')
 - (4) מרחק המסך מהחריצים. נמק. (5 נק')
- ג. סרטט את תבנית ההתאבכות שתתקבל, אם המערכת האופטית הנ"ל תוכנס לנוזל שמקדם השבירה שלו ביחס לאוויר הוא 1.2. (10 נק')
- ד. מה יהיה המרחק בין שני פסים עוקבים של התאבכות הורסת, אם הקרינה הפוגעת בחריצים (באוויר) תוחלף באור סגול מונוכרומטי, שאורך הגל שלו 4000\AA ? (10 נק')



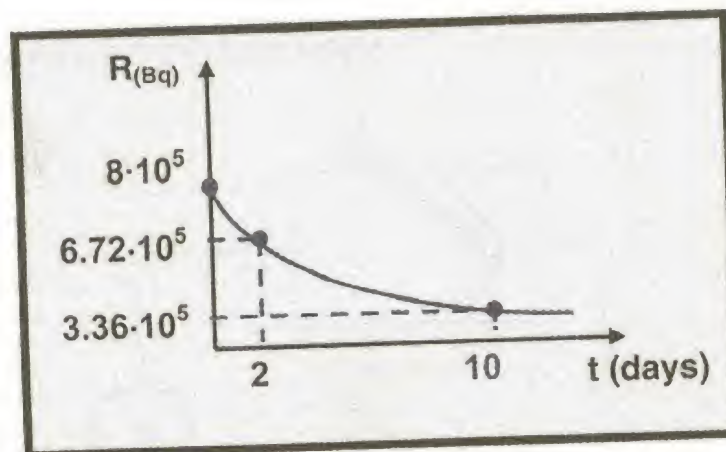
כדי לחקור את האפקט הפוטואלקטרי, חיבר תלמיד תא פוטואלקטרי למעגל חשמלי, כמתואר בתרשים א'. הקטודה הוקרנה כל פעם באור מונוכרומטי. אורכי הגל שבהם הוקרנה הקטודה היו בתחום 3000 \AA עד 6000 \AA . על-פי תוצאות הניסוי סורטט תרשים ב' שלפניך. הציר האנכי בתרשים מציין את הזרם בתא הפוטואלקטרי שמדד מד הזרם בניסוי, והציר האופקי מציין את אורך הגל של האור הפוגע.



- מהו אורך הגל המקסימלי לפליטה, ומהי תדירות הסף? (10 נק')
- חשב את פונקציית העבודה של המתכת. (10 נק')
- מהו מתח העצירה עבור פוטונים בעלי אורך גל של 5000 \AA , הפוגעים בקטודה? (10 נק')
- חשב את מהירות האלקטרונים המשתחררים, אם לקרינה יש אורך גל של 4000 \AA ? (10 נק')
- מדוע לא מתקבל זרם כאשר התא מוקרן:
 - באורכי גל הגדולים מ- 6000 \AA ? נמק. (5 נק')
 - באורכי גל הקצרים מ- 3000 \AA ? נמק. (5 נק')

4

לטיפול בבלוטת המגן משתמשים בחומר הרדיואקטיבי יוד $^{131}_{53}I$. המטופל בולע כמוסת יוד, שבעת התפרקותו פולט קרינת β ואח"כ קרינת γ . הגרף שלפניך מתאר את הפעילות R שנמדדה מיד לאחר בליעת הכמוסה כפונקציה של הזמן t בימים:



- א. מהו המספר האטומי ומהו מספר המסה של האיזוטופ המתקבל? הסבר. (10 נק')
- ב. (1) מהי הפעילות שנמדדה כעבור ארבעה ימים? (5 נק')
- (2) האם ניתן לדעת מראש כעבור כמה זמן מרגע בליעת הכמוסה יתפרק גרעין מסוים של יוד? (5 נק')
- ג. מצא את זמן מחצית החיים של איזוטופ יוד-131. (10 נק')
- ד. חשב כעבור כמה ימים התפרקו 99% מגרעיני יוד-131. (10 נק')
- ה. לאחר 20 יום יכול המטופל לחזור לשיגרה. חשב:
 - (1) מה תהיה אז הפעילות. (5 נק')
 - (2) את מספר גרעיני יוד-131 שנותרו אז. (5 נק')

תשובות – מבחן מספר 5

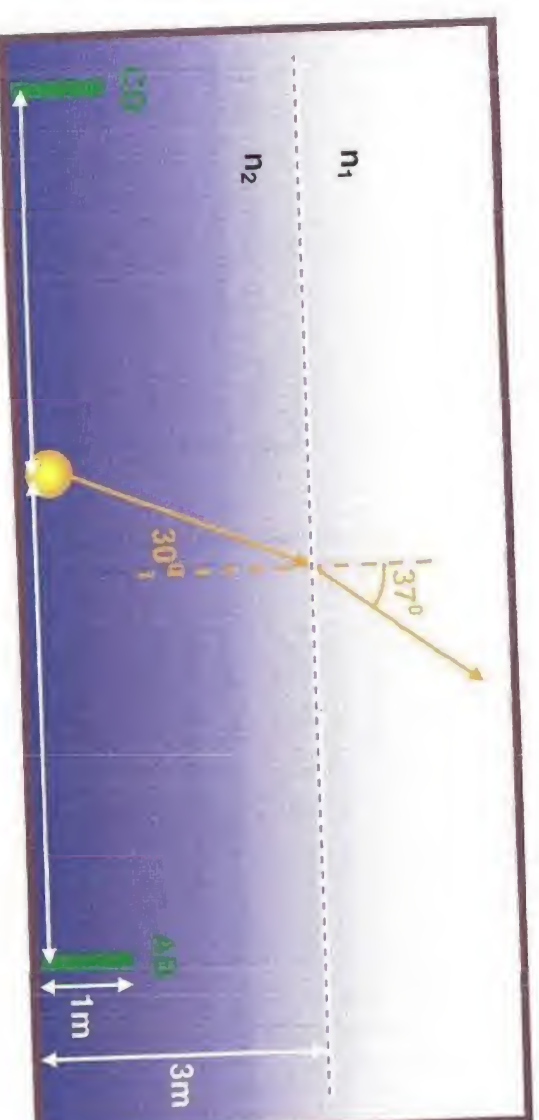
<p>2</p> <p>א. 6285.7\AA</p> <p>ב. (1) מרחק בין שני פסים עוקבים יקטן. (2) לא תשתנה. (3) מרחק בין שני פסים עוקבים יגדל. (4) מרחק בין שני פסים עוקבים יגדל.</p> <p>ג. מרחק בין שני פסים עוקבים יקטן פי 1.2 (הוא יהיה 4.58mm)</p> <p>ד. 3.5mm</p>	<p>1</p> <p>א. $15\text{cm}, 15\text{cm}$</p> <p>ג. (1) לא תתקבל דמות חדה. (2) ייתכנו שני מצבים בהם תתקבל דמות חדה.</p> <p>ד. בכל המקרים עוצמת האור תקטן, והדמות שתתקבל תהיה חדה יותר. גודל הדמות לא ישתנה.</p> <p>ה. הדמות הפוכה גם שמאל-ימין וגם מעלה-מטה.</p>
--	---

<p>3</p> <p>א. 6000\AA, $5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$</p> <p>ב. $B=2.07\text{eV}$</p> <p>ג. $V=0.41\text{V}$</p> <p>ד. $6 \cdot 10^5 \text{ m/sec}$</p> <p>ה. (1) האנרגיה אינה מספיקה לשחרור אלקטרונים. (2) הקרינה נבלעת בחלון הזכוכית של התא הפוטואלקטרי.</p>

<p>4</p> <p>א. $^{131}_{54}\text{Xe}$</p> <p>ב. (1) $5.65 \cdot 10^5$ (2) לא, התהליך ספונטאני.</p> <p>ג. 7.99 ימים.</p> <p>ד. 53.09 ימים.</p> <p>ה. (1) $1.4 \cdot 10^5$ (2) $1.63 \cdot 10^6$</p>
--

מבחן מספר 6

בתרשים שלפניך מתואר מיכל שדפנותיו שקופים ובו נוזל שמקדם השבירה שלו n_2 . על קרקעית המיכל נמצא מקור אור נקודתי O, הפולט אור לכל הכיוונים ושתי מחיצות זהות אטומות לאור AB ו-CD. נתון שזווית אור היוצאת מ-O ופוגעת בנוזל בזווית של 30° נשברת לאוויר בזווית של 37° .



א. חשב את n_2 מקדם השבירה של הנוזל. (5 נק')

ב. חשב את הזווית הקריטית במעבר של אור מהנוזל לאוויר. (5 נק')

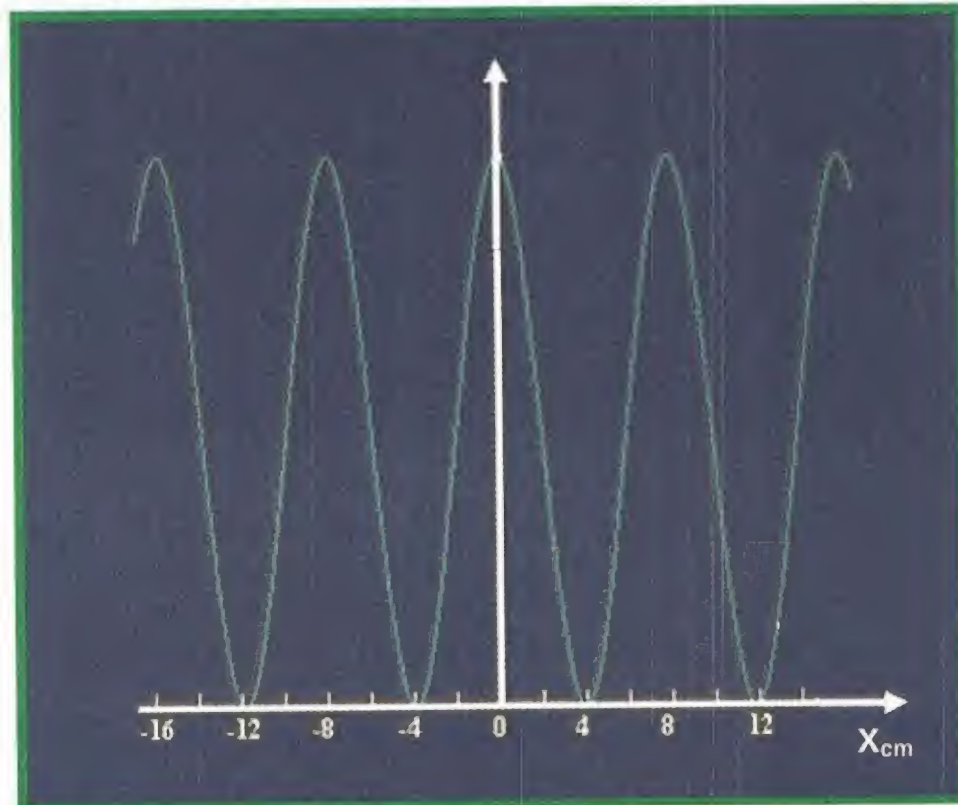
ג. נקודה A נמצאת בקרקעית המיכל ימינה מהמחיצה האטומה AB. מה צריך להיות המרחק המינימלי בין A למחיצה AB בכדי שזווית אור היוצאת מ-O תיפגע בפני הנוזל ותוחזר ישירות באופן מלא (ולא חלקי) לנק' A? הסבר. (10 נק')

ד. מהי זווית הפגיעה המרבית בפני הנוזל, שתאפשר החזרה גמורה (ולא חלקית) של קרן אור היוצאת מ-O, בטרם תפגע במחיצה AB? (10 נק')

ה. מה המרחק המרבי האפשרי בין שתי נקודות K_2 מימין למחיצה AB ו- K_3 משמאל למחיצה CD בקרקעית המיכל, המייצגות את מקום פגיעת הקרניים שהוחזרו מפני הנוזל? (10 נק')

ו. העתק את התרשים למחברתך. סמן ו- P_1 ו- P_2 נקודות על פני הנוזל שבהן פוגעות בזווית הקריטית קרני אור, היוצאות מ-O, וכן נקודות A, K_2 , K_3 . סרטט מהלך קרני האור היוצאות מ-O עד לנקודות. (10 נק')

אלומת לייזר מקבילה כחולה (מונוכרומטית) פגעה בניצב ללוחית, שיש בה שני חריצים מקבילים. בתרשים א' מוצג גרף מקורב של עוצמת האור כפונקציה של המרחק X מנקודת האמצע. אורך הגל של אלומת הלייזר $\lambda = 4800 \text{ \AA}$, והמרחק בין החריצים 0.008 mm .



א. חשב את המרחק שבין החריצים ובין המסך. (15 נק')

ב. הכניסו את המערכת האופטית הנ"ל לתוך נוזל מסוים, אך הפעם אלומת הלייזר הייתה אדומה ($\lambda = 6400 \text{ \AA}$). כאשר מסרטטים גרף מקורב של עוצמת האור כפונקציה של המרחק מנקודת האמצע מתקבל גרף זה לזה שהתקבל עבור האור הכחול.

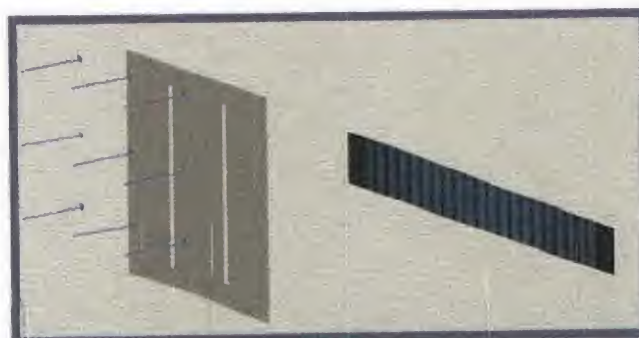
1) חשב את מקדם השבירה של הנוזל. (15 נק')

2) סרטט גרף מקורב של עוצמת האור כפונקציה של המרחק מנקודת האמצע עבור הלייזר האדום, אם המערכת תוצב באותם התנאים באוויר. (10 נק')

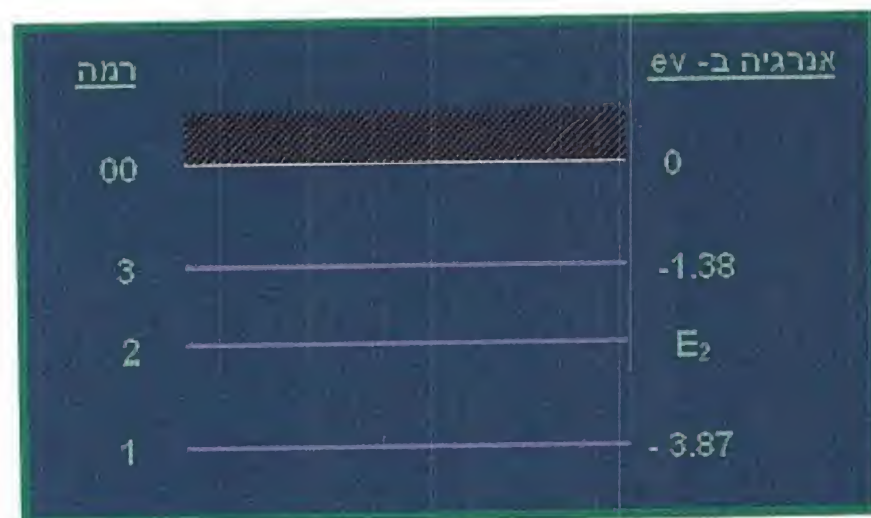
ג. כמה פסים בהירים בסך-הכל יופיעו בתבנית ההתאבכות באוויר (בתנאים המפורטים בשאלה):

1) עבור הלייזר הכחול? (5 נק')

2) עבור הלייזר האדום? (5 נק')



לפניך תרשים של חלק מרמות האנרגיה של אטומי צדיום:



מעבירים אלומת אלקטרונים שהוצאו על פני הפרש פוטנציאלים של 2.5 V דרך גז דליל של אדי צדיום, שאטומיו אינם מצויים ברמות מעוררות. בקרינה האלקטרומגנטית הנפלטת מהגז מתגלים אורכי הגל הבאים:

$$\lambda_1 = 7898 \text{ Å} \quad \lambda_2 = 4979.9 \text{ Å} \quad \lambda_3 = 13478.2 \text{ Å}$$

- חשב אנרגיות ותדירויות הפוטונים בעלי אורכי הגל שהתגלו. (10 נק')
- חשב את אנרגיית הרמה E_2 וציין עבור כל אחד מאורכי הגל שהתגלו את זוג רמות האנרגיה הקשורות להופעתו. (10 נק')
- מהו מתח ההאצה המינימלי עבור האלקטרונים, שיגרום לפליטת קרינה מהגז? הסבר. (10 נק')
- מהו אורך הגל של האלקטרונים שהוצאו על פני הפרש פוטנציאלים של 2.5 V:

(1) לפני מעברם דרך הגז? (5 נק')

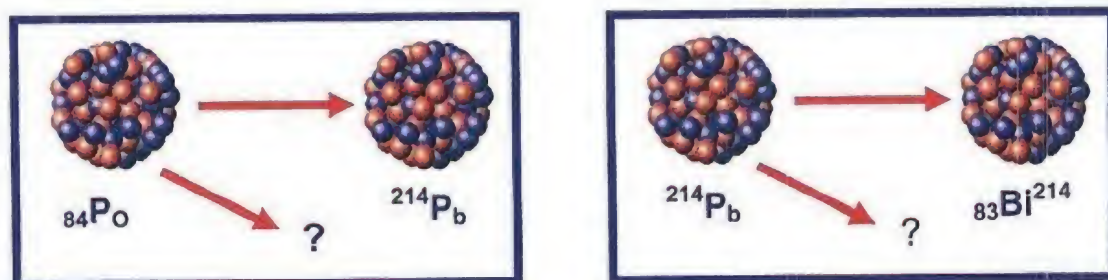
(2) לאחר צאתם מהגז? (5 נק')

ה. אילו אורכי גל ייפלטו מהגז, אם במקום אלומת האלקטרונים תועבר דרך הגז אלומת פוטונים בעלת אנרגיה של:

(1) 2.5 eV (5 נק')

(2) 1.57 eV (5 נק')

גרעין פולוניום Po מתפרק התפרקות רדיואקטיבית לגרעין עופרת Pb. גרעין עופרת Pb מתפרק התפרקות רדיואקטיבית לגרעין בסמוט $^{214}_{83}\text{Bi}$. ידוע גם כי המספר האטומי של פולוניום הוא 84, ומספר המסה של גרעין עופרת שווה לזה של גרעין בסמוט.



- א. (1) מהו המספר האטומי של גרעין עופרת Pb? הסבר. (8 נק')
- (2) מהו מספר המסה של גרעין פולוניום Po? הסבר. (8 נק')
- ב. חשב את זמן מחצית החיים של גרעין פולוניום Po, אם במדגם שנמצאים בו $2 \cdot 10^{18}$ גרעינים כאלה מספר ההתפרקויות לשנייה היה $7.575 \cdot 10^{15}$. (10 נק')
- ג. זמן מחצית החיים של עופרת הוא כ- 27 דקות ושל בסמוט כ- 20 דקות.
 - (1) שמים אותו מספר של אטומים משני החומרים. איזה חומר יפלוט יותר חלקיקים רדיואקטיביים בשנייה? הסבר. (7 נק')
 - (2) מהו היחס בין מספר האטומים של שני החומרים ברגע בו קצב ההתפרקות שלהם זהה? (7 נק')
- ד. ההפרדה הכימית של איזוטופ העופרת מהאב הרדיואקטיבי שלו נגמרה בשעה 10:00. איזוטופ זה של עופרת דועך כאמור עם זמן מחצית חיים של 27 דקות. אם בשעה 12:00 נותרו $8 \cdot 10^7$ גרעינים של עופרת:
 - (1) כמה יישארו בשעה 12:54? הסבר. (5 נק')
 - (2) האם חשוב גילו של החומר הרדיואקטיבי לצורך החישוב? הסבר. (5 נק')

תשובות – מבחן מספר 6

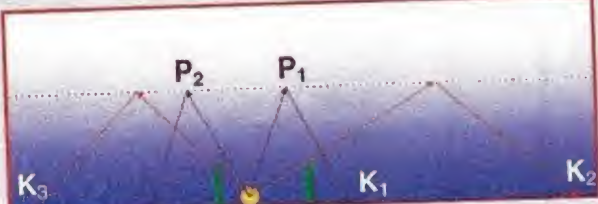
1

ה. 1.2 (1) 56.44° (2)

ב. $4m$

ג. 78.69°

ד. $54m$



2

א. $E_1=1.57ev$, $E_2=2.49ev$, $E_3=0.92ev$

$\nu_1=3.79 \cdot 10^{14}Hz$, $\nu_2=6 \cdot 10^{14}Hz$, $\nu_3=2.22 \cdot 10^{14}Hz$

ב. $2.3ev$, $E_{3 \rightarrow 1} \rightarrow \lambda_2$, $E_{2 \rightarrow 1} \rightarrow \lambda_1$, $E_{3 \rightarrow 2} \rightarrow \lambda_3$

ג. $1.57ev$

ד. $122.79A^\circ$, $7.77A^\circ$, $12.74A^\circ$ (2) $7.77A^\circ$ (1)

ה. $7898A^\circ$ (2) (1) לא ייפלטו.

א. $1.33m$

ב. $n=1.33$ (1) $\Delta x=0.167m$ (2)

ג. 32 (1) 26 (2)

4

א. 82 (1) 218 (2)

ב. $T_{\frac{1}{2}} = 3.05$ דקות

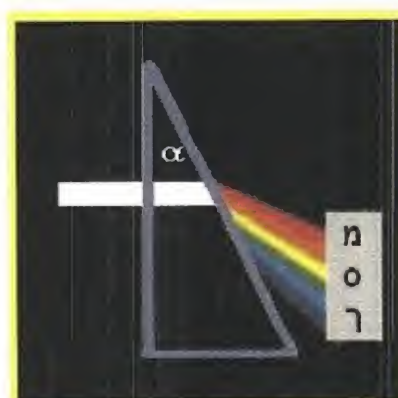
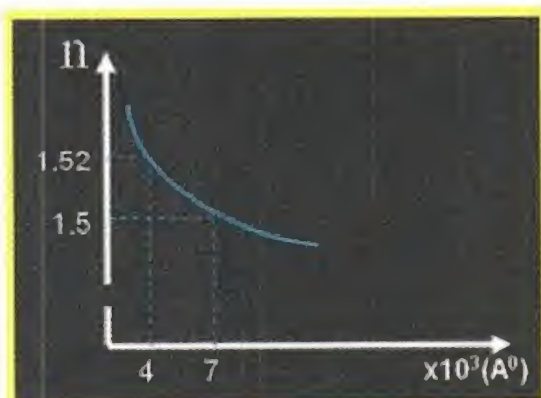
ג. (1) החומר שלו זמן מחצית חיים קצר יותר יפלוט יותר חלקיקים בדקה. כלומר- הביסמוט.
(2) יש יותר אטומי עופרת מאטומי ביסמוט פי 1.35.

ד. (1) $2 \cdot 10^7$ (שני זמני מחזור, קטן פי 4).
(2) לא.

מבחן מספר 7

אלומת אור לבן, הכוללת את כל אורכי הגל שבתחום הנראה ($4000\text{\AA} - 7000\text{\AA}$), פוגעת בפאה של מנסרה ישרת זווית. האור הנשבר דרך המנסרה מגיע אל מסך, ועליו מתקבל ספקטרום האור הנראה. מקדם השבירה n בזכוכית משתנה עם אורך הגל של האור, כפי שמתאר הגרף שלפניך.

1



א. הסבר מדוע בקצה העליון של כתם האור שהתקבל מופיע אור אדום, ומדוע בקצה התחתון מופיע אור סגול. (10 נק')

ב. באיזו זווית יוצא האור הסגול מהמנסרה ובאיזו זווית יוצא האור האדום מהמנסרה כאשר $\alpha = 20^\circ$? (10 נק')

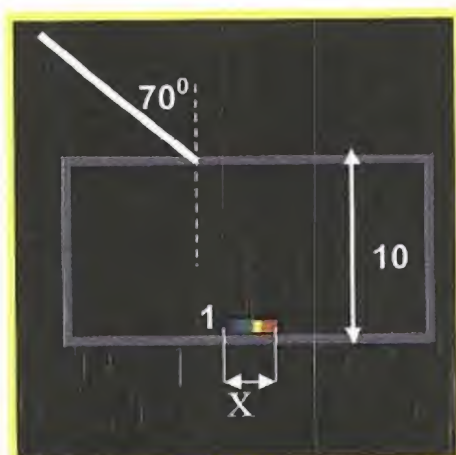
ג. משנים בהדרגה את זווית הראש של המנסרה. באיזו זווית יעלם הצבע הסגול מתוך האלומה היוצאת דרך היתר של המנסרה מהמסך? הסבר מדוע הוא נעלם. (8 נק')

ד. באיזו זווית יעלם הצבע האדום? (7 נק')

ה. אלומת האור הלבן עוברת עתה דרך טבלת זכוכית בעלת דפנות מקבילות כשהיא פוגעת בדופן העליונה בזווית של 70° . עובי טבלת הזכוכית 10 cm.

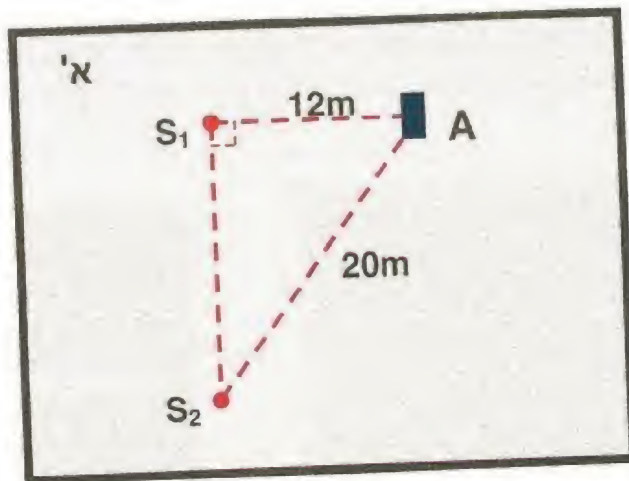
(1) הסבר את הסדר בו מופיעים הצבעים על תחתית הטבלה. (5 נק')

(2) חשב את רוחב הכתם הצבעוני X שהתקבל בתחתית הטבלה. (10 נק')



2

שני רמקולים זהים S_1 ו- S_2 מחוברים לאותו מגבר. הרמקולים מפיקים גלי קול כדוריים שווי מופע. בנקודה A, שמרחקה מ- S_1 הוא 12 m ומ- S_2 20m, נמצא מיקרופון זעיר (ראה תרשים א'). מהירות הקול באוויר היא 340 m/sec.

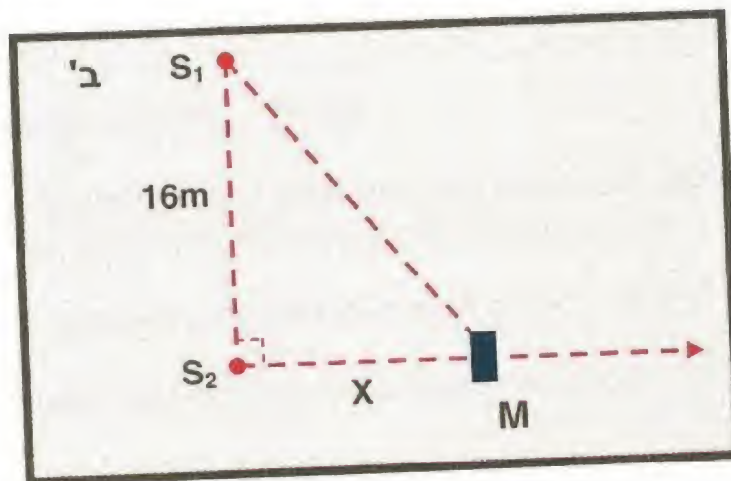


מעלים בהדרגה את תדירות גלי הקול תוך כדי מדידת עוצמתם במיקרופון.

א. מהי התדירות השלישית של הקולות המופקים משני הרמקולים עבורה תיקלט במיקרופון A עוצמת קול מקסימלית? (12 נק')

ב. מהי התדירות השלישית של הקולות המופקים משני הרמקולים, עבורה תיקלט במיקרופון A עוצמת קול מינימלית? (12 נק')

ג. משנים את מיקומו של המיקרופון A, והוא עתה כמתואר בתרשים ב'.



באיזה מרחק נמצאת הנקודה הקרובה ביותר לרמקול S_2 , שבה מתקבלת עוצמה מקסימלית עבור תדירות של 50Hz? (14 נק')

ד. עבור תדירות של 50Hz - כמה נקודות בעלות עוצמה מקסימלית מתקבלות בסך-הכל לאורך ציר ה-X? (12 נק')

אור הנפלט מתוך השמש נבלע על-ידי אטומי הליום. בגלל הטמפרטורה הגבוהה של אטמוספירת השמש, אטומי ההליום עשויים להימצא ברמות מעוררות. התרשים שלפניך מתאר רמות אנרגיה אחדות של אטום ההליום:

רמה	אנרגיה ב-eV
00	0
5	-0.99
4	-1.52
3	-1.8
2	-3.63
1	-4.78

בספקטרום של אור השמש שהתקבל הובחנו בין השאר שני קווים שחורים המתאימים לבליעת אור באורכי גל של: $\lambda_1 = 4161 \text{ \AA}$, $\lambda_2 = 5876.7 \text{ \AA}$.

א. הראה כי ניתן להסביר את היווצרות הקווים השחורים הנ"ל בעזרת רמות האנרגיה של אטום ההליום. (10 נק')

ב. אנרגיית השמש מוקרנת ברובה על-ידי אור באורכי גל בתחום הנראה ($4000 \text{ \AA} - 7000 \text{ \AA}$).

(1) חשב את תחומי התדירויות ותחומי האנרגיות של האור הנראה. (10 נק')

(2) החל מאיזו רמה אור נראה הנפלט מתוך השמש יוכל לגרום ליינון של אטום הליום? (10 נק')

ג. אלקטרון בעל אנרגיה קינטית של 2 eV מתנגש באטום הליום נח, שנמצא ברמה $n=2$.

(1) מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון המשתחרר? (10 נק')

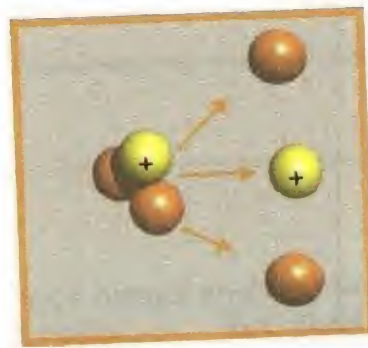
(2) מהו אורך הגל של האלקטרון המשתחרר? (10 נק')

4

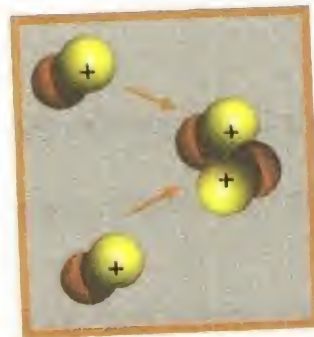
הטריטיום ^3H הוא איזוטופ של מימן שגרעינו מורכב מפרוטון ושני ניוטרונים. מסת האטום שלו 3.016049.



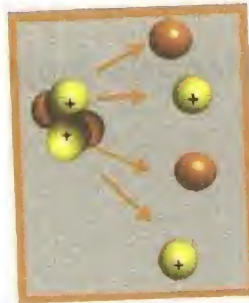
- א. הראה בעזרת נתונים מהנספח כי מסת גרעין הטריטיום שווה ל- 3.015500 u (הזנח את אנרגיית הקשר בין האלקטרון לגרעין). (10 נק')
- ב. איזו אנרגיה דרושה כדי להפריד את הטריטיום לפרוטון ושני ניוטרונים? (10 נק')



- ג. כמה אנרגיה הייתה משתחררת אילו מוזגו שני גרעיני דאוטריום ^2H לגרעין הליום ^4He ? (השתמש בנתונים שבנספח) (10 נק')



- ד. כמה אנרגיה יש להשקיע כדי לפרק גרעין הליום לשני פרוטונים ושני ניוטרונים? (10 נק')



- ה. הראה שניוטון חופשי יכול להתפרק בהתפרקות β לפרוטון ולאלקטרון. (10 נק')

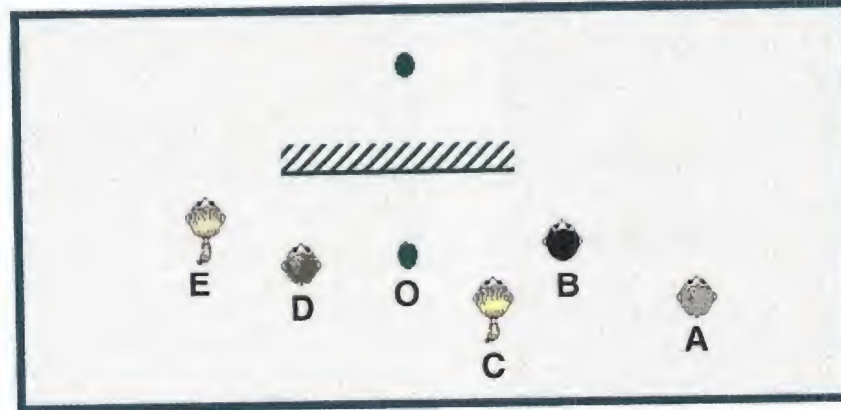
תשובות – מבחן מספר 7

<p>2</p> <p>א. 127.5Hz</p> <p>ב. 106.25Hz</p> <p>ג. 2.611m</p> <p>ד. 2</p>	<p>1</p> <p>א. לסגול אורך גל קצר יותר משל שאר הצבעים, ומקדם שבירה גדול יותר.</p> <p>ב. 30.87°, 31.32°</p> <p>ג. 41.14°</p> <p>ד. 41.81°</p> <p>ה. (1. סגול $1.7 \cdot 10^{-3} \text{m}$ (2</p>
<p>3</p> <p>א. $\lambda_2 \rightarrow E_{2,4}$, $\lambda_1 \rightarrow E_{1,3}$</p> <p>ב. $1.77 \text{ev} \geq E \geq 3.1 \text{ev}$ (1 $4.3 \cdot 10^{14} < \nu < 7.5 \cdot 10^{14}$, $n=3$ (2</p> <p>ג. 0.17ev (1 29.78A° (2</p>	
<p>4</p> <p>ב. 8.46 Mev</p> <p>ג. 23.85 Mev</p> <p>ד. 27.28 Mev</p> <p>ה. סכום המסות של מוצרי הפירוק בהתפרקות של ניוטרון לפרוטון ואלקטרון קטן מאשר מסת הניוטון, ולכן תהליך זה אפשרי.</p>	

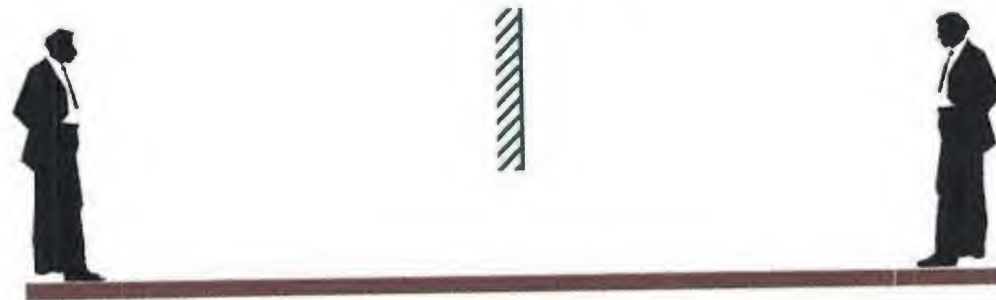
מבחן מספר 8

מול מראה NM ניצב אדם O. בנקודות A, B, C, D, E ניצבים אנשים שונים (ראה תרשים).

1



- א. העתק את התרשים למחברתך ומצא מי מהאנשים הניצבים ב-A, B, C, D ו-E רואה את דמותו של האדם הניצב ב-O. סמן את גבולות שדה הראייה במראה. (10 נק')
- ב. את השתקפות דמותם של אילו מהאנשים האדם הניצב ב-O רואה במראה? הסבר באמצעות סרטוט קרני ראייה. (6 נק')
- ג. צופה ניצב מול מראה מישורית אנכית. הוכח שהאורך המינימלי הדרוש לקבלת כל גופו של הצופה הוא מחצית גובהו של האדם. (12 נק')



- ד. מתשובתך לסעיף ג' נובע, שהאורך אינו תלוי במרחק הצופה מהמראה, ולא משנה אם נתקרב או נתרחק ממנה. צופה ניצב מול מראה שאורכה מספיק כדי לשקף את כל גופו.

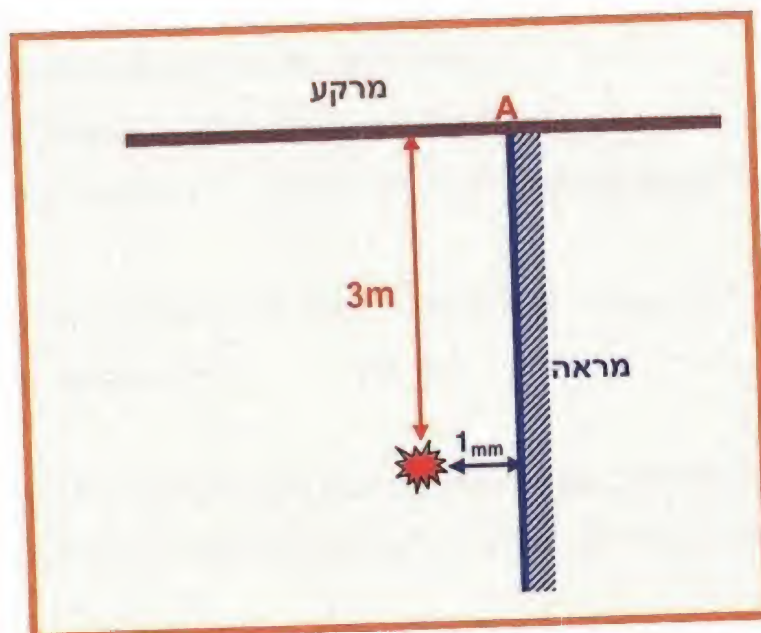
- (1) מה קורה לשדה הראייה כשהוא מתרחק מהמראה? מדוע, אם כן, הדמות אינה "נכנסת" כולה במראה? (6 נק')
- (2) מה קורה לשדה הראייה כשהוא מתקרב למראה? מדוע, אם כן, גם הפעם הדמות אינה "נכנסת" כולה במראה? (6 נק')

ה. האם המראה המישורית שומרת על:

- (1) ימין - שמאל?
- (2) מעלה - מטה?
- (3) כיוון חלקי הדמות? (בורגיות)
- (4) יד ימין כיד ימין?

(10 נק')

מקור אור נמצא במרחק 1 מ"מ ממראה מישורית, ובמרחק 3 מ' ממרקע הניצב במאונך למראה. (ראה תרשים א')
אורך הגל של האור המוקרן הוא 4500 \AA .



א. הסבר כיצד נוצרת תבנית התאבכות ממקור האור היחיד. העתק את התרשים, וציין בו את המקורות הגורמים להיווצרות תבנית ההתאבכות ומהו המרחק בין שני צמתים סמוכים המתקבלים על המרקע. (15 נק')

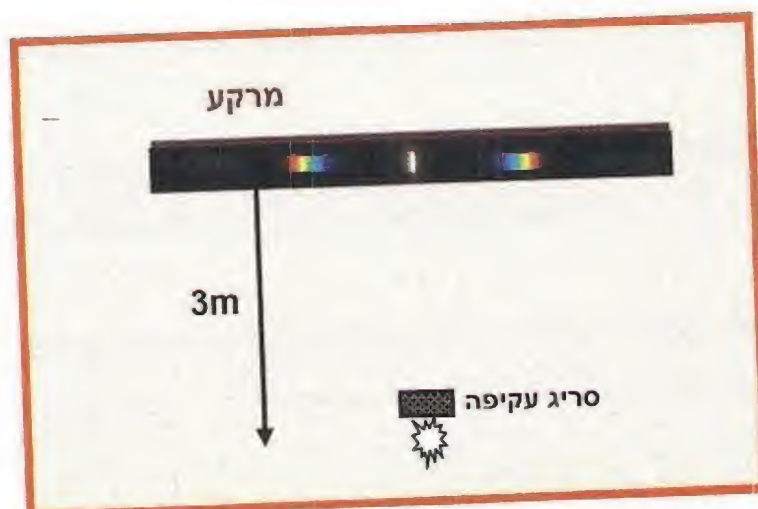
ב. מחליפים את מקור האור במקור הפולט אור לבן (4000 \AA - 7000 \AA):

(1) מדוע בנקודת האמצע (A) תתקבל נק' צומת? (10 נק')

(2) מהו גודל כתם החושך הראשון? (5 נק')

(3) מהו גודל כתם האור הראשון? (5 נק')

ג. מוציאים את המראה ומעבירים אור דרך מסנן (פילטר) שקוף לחלק מהספקטרום בגבולות שבין 4500 \AA ל- 6500 \AA . האור המסונן מועבר דרך סריג עקיפה.
על המרקע מתקבלת תבנית עקיפה.
(בתרשים ב' מתוארת חלק מהתבנית שהתקבלה).
מצא באילו שני סדרים סמוכים של תבנית העקיפה תיווצר לראשונה חפיפה בין פסים בצבעים שונים. (15 נק')



בניסוי לחקירת רמות האנרגיה של אטום הכספית השתמשו בשפופרת המכילה אדי כספית. הקרינו שפופרת זו בקרינה אלקטרומגנטית בעלת תחום רציף של אורכי גל. באמצעות ספקטרומטר בחנו את הקרינה לאחר שעברה דרך השפופרת. בספקטרום זה נתגלו שלושה קוים שחורים המתאימים לאורכי הגל הבאים:

$$\lambda_1 = 1409 \text{ \AA}, \lambda_2 = 1851 \text{ \AA}, \lambda_3 = 2531 \text{ \AA}$$

ידוע כי אנרגיית היינון של הכספית היא 10.4 eV , וכי הסיכוי שאטום מעורר יבלע פוטון זניח.

א. לאיזה סוג של ספקטרום (פליטה או בליעה) שייכים הקווים $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$? הסבר היווצרותו של ספקטרום זה. (10 נק')

ב. על בסיס תוצאות הניסוי ניתן לבנות את תבנית רמות האנרגיה של אטום הכספית כבתרשים 1 או כבתרשים 2. הסבר את השיקולים לפיהם מקבלים את התרשימים 1 ו-2. (10 נק').



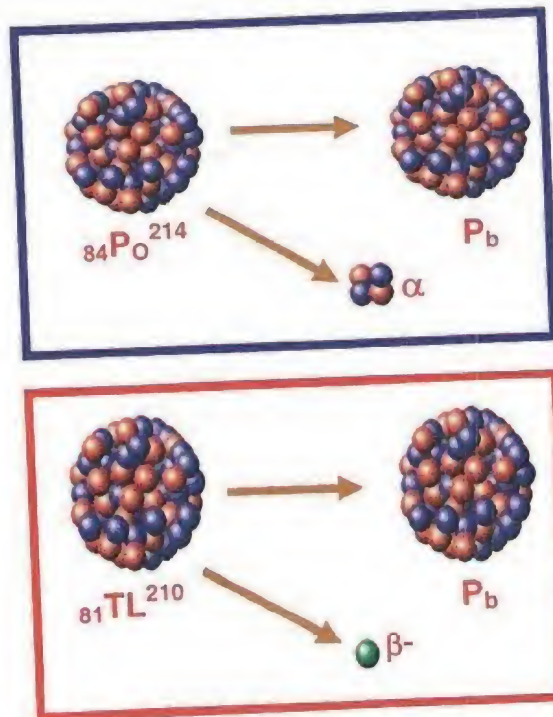
ג. לאישור תוצאות הניסוי הפציצו אותה שפופרת באלומת אלקטרונים שהואצו קודם בהפרש פוטנציאל של 9 V , ובדקו באמצעות ספקטרומטר את האור הנפלט מן השפופרת.

1. מהו מספר הקווים בספקטרום הנפלט? חשב את אורך הגל של כל אחד מהם. (10 נק')

2. אלו מבין הקווים בספקטרום זה שייכים לאור הנראה ($4000 \text{ \AA} - 7000 \text{ \AA}$)? חשב את האנרגיה של הפוטונים המתאימים להם. (10 נק').

ד. מה היה קורה, אם במקום אלומת האלקטרונים הנ"ל, היו מעבירים דרך שפופרת הכספית אלומת אור מונוכרומטי בעל אורך גל 1377.7 \AA ? הסבר. (10 נק').

גרעין $^{210}_{82}\text{Pb}$ הוא גרעין רדיואקטיבי. הוא יכול להתקבל משני אופני התפרקות:
האחד ע"י גרעין $^{214}_{84}\text{Po}$ והשני ע"י גרעין $^{210}_{81}\text{Tl}$.



א. רשום את הנוסחאות המתארות את התהליך הרדיואקטיבי המביא להיווצרותו של $^{210}_{82}\text{Pb}$ (16 נק')

ב. ברגע מסויים נמצאים במדגם 10^{16} גרעיני $^{214}_{84}\text{Po}$ ו- 10^{20} גרעיני $^{210}_{81}\text{Tl}$.

(1) חשב את זמן מחצית החיים של גרעין $^{214}_{84}\text{Po}$, אם קצב ההצטברות ההתחלתי של גרעיני $^{210}_{82}\text{Pb}$ שמקורם בגרעיני $^{214}_{84}\text{Po}$ שווה ל- $6.93 \cdot 10^{20}$ גרעינים לשניה. (8 נק')

(2) חשב את זמן מחצית החיים של גרעין $^{210}_{81}\text{Tl}$, אם קצב ההצטברות ההתחלתי של גרעיני $^{210}_{82}\text{Pb}$ שמקורם בגרעיני $^{210}_{81}\text{Tl}$ שווה ל- $8.75 \cdot 10^{17}$ גרעינים לשניה. (8 נק')

ג. גרעיני $^{210}_{82}\text{Pb}$ שהתקבלו ממשיכים להתפרק לגרעינים אחרים, עד שלבסוף מתקבל איזוטופ יציב של עופרת $^{206}_{82}\text{Pb}$.

(1) כמה התפרקויות התרחשו, וכמה מכל סוג, עד שהתקבל האיזוטופ היציב של העופרת? (8 נק')

(2) רשום את הנוסחאות המתארות את התהליכים. (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 8

1	<p>א. B, C, D</p> <p>ב. B, C, D</p> <p>ג.</p> <p>ד. (1) שדה הראייה קטן, ובאותה מידה מוקטנת הדמות.</p> <p>(2) שדה הראייה גדל והדמות מתקרבת לצופה. (ולכן גדלה)</p> <p>ה. (1) כן (2) כן (3) לא (4) לא</p>
2	<p>א. $6.75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$</p> <p>ב. (1) כי יש היפוך מופע בין המקורות (האמיתי וההשתקפות שלו במראה).</p> <p>(2) $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (חציו משתקף במראה)</p> <p>(3) $4.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$</p>

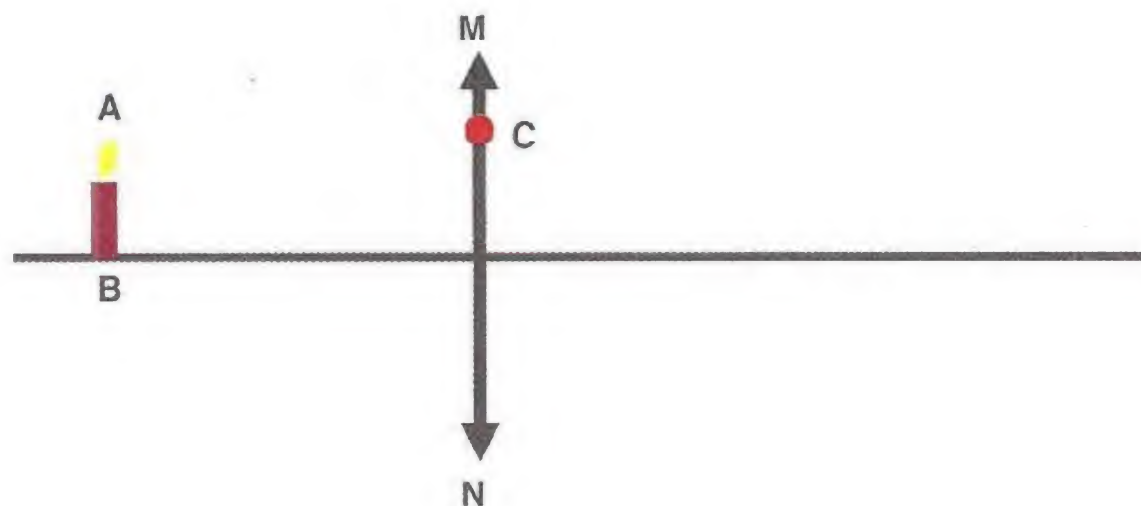
3	<p>א. ספקטרום בליעה.</p> <p>ב. בתרשים 1 בחירת אנרגיה כללית שווה לאפס באינסוף.</p> <p>בתרשים 2 בחירת אנרגיה כללית שווה לאפס ברמת היסוד ($n=1$).</p> <p>ג. 6 קווים. (1) $1409\text{\AA}, 1851\text{\AA}, 2531\text{\AA}$, $5904\text{\AA}, 3179.5\text{\AA}, 6888.9\text{\AA}$.</p> <p>(2) $2.2\text{ eV}, 1.8\text{ eV}$</p> <p>ד. האטום לא היה מעורר.</p>
---	---

4	<p>א. ${}_{84}^{214}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{210}\text{Pb}$</p> <p>${}_{81}^{210}\text{Tl} \rightarrow e^- + {}_{82}^{210}\text{Pb}$</p> <p>ב. (1) $T_{\frac{1}{2}} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ sec}$</p> <p>(2) $T_{\frac{1}{2}} = 79.21 \text{ sec}$</p> <p>ג. (1) תחילה β, אחר כך α.</p> <p>(2) ${}_{82}^{210}\text{Pb} \rightarrow {}_{83}^{210}\text{X} \rightarrow {}_{84}^{210}\text{Y} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb}$</p>
---	---

מבחן מספר 9

עצם מאיר AB שגובהו 5 cm ניצב על הציר האופטי במרחק של 50 cm מעדשה מרכזת דקה MN, שמרחק המוקד שלה 30 cm.
נתון: MN=20 cm

1



- א. חשב את מרחק הדמות מן העדשה ואת גובה הדמות. (10 נק')
- ב. העתק את התרשים למחברתך ובנה, לפי קנה מידה הנוח לך, את דמות העצם, על- ידי סרטוט של מהלכי קרניים מתאימות. (10 נק')
- ג. סרטט את מהלכה של קרן אור היוצאת מראש העצם (A) ועוברת את העדשה בנקודה C, שמרחקה מהציר האופטי 15 cm. הסבר כיצד קבעת את כיוון התפשטותה של קרן האור, לאחר שהיא עברה דרך העדשה. (10 נק')
- ד. תחום את האזור, שממנו ניתן לראות את ראש הדמות עם מסך שקוף ובלי מסך. (שדה הראייה שבו אפשר לצפות בדמות של ראש העצם). (10 נק')
- ה. האם העדשה המרכזת שומרת על:
 - (1) ימין - שמאל?
 - (2) מעלה - מטה?
 - (3) סדר חלקי הדמות בכיוון הציר האופטי? (בורגיות)
 - (4) יד ימין כיד ימין?

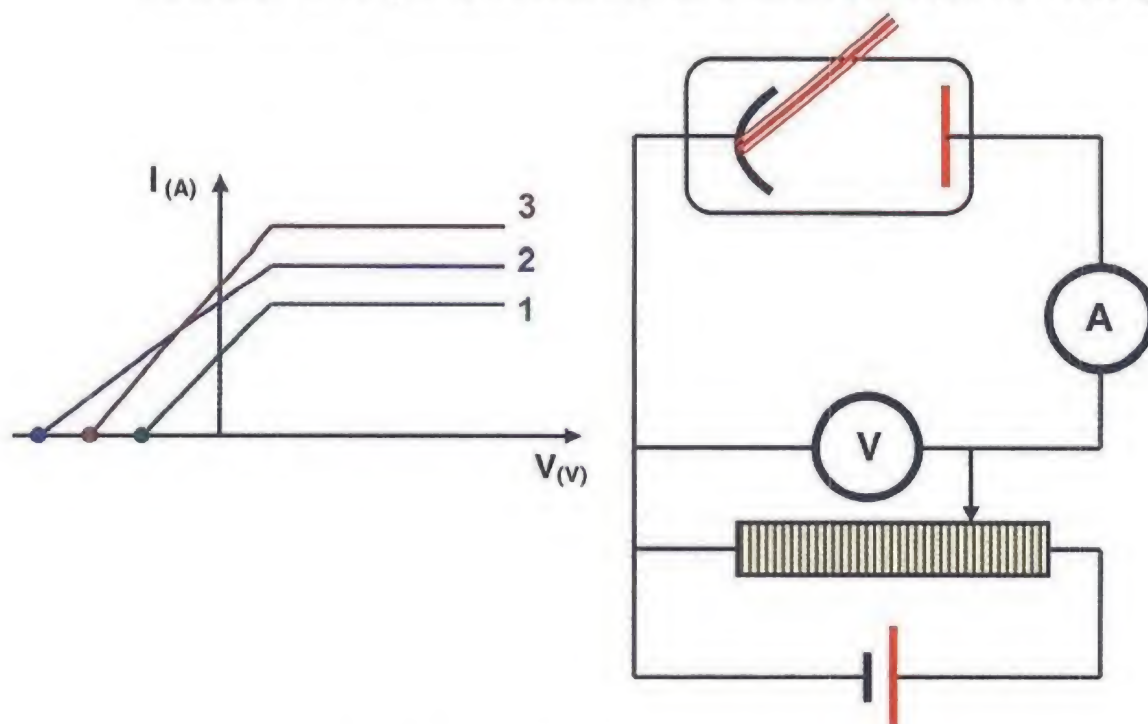
(10 נק')

על סריג אופטי המכיל 500 חריצים לכל מילימטר, נופל במאונך אור לבן. במרחק 2m ממישור הסריג, ובמקביל לו, נמצא חיצ. (האור הנראה מתאים לאורכי גל בין $\lambda=4000\text{\AA}$ לבין $\lambda=7000\text{\AA}$)



- א. חשב את רוחב הספקטרום מסדר ראשון של האור הנראה. (10 נק')
- ב. באיזה סדר יהיה רוחב הספקטרום של האור הנראה 0.6m? (10 נק')
- ג. חשב את הרוחב הזוויתי של הספקטרום מסדר ראשון של האור הנראה. (10 נק')
- ד. מצא באילו שני סדרים סמוכים של תבנית העקיפה תיווצר לראשונה חפיפה. (כלומר, אורכי גל שונים לא יופרדו) (10 נק')
- ה. באיזה תחום זוויות מתקיימת לראשונה חפיפה בין שני סדרים סמוכים של תבנית העקיפה? האם תשובתך תלויה בתכונות הסריג? נמק. (10 נק')

מחברים תא פוטואלקטרי כך, שהלוח הפולט חובר להדק השלילי של הפוטנציומטר, והלוח הקולט- להדק החיובי(ניתן להפוך את החיבורים אל התא, ולבדוק השפעת מתחים חיוביים ושליליים בין הקטודה לאנודה). מקרינים על הלוח הפולט של התא אור ממקורות שונים, בעוצמות שונות ובצבעים שונים. הגרף מתאר את הקשר בין המתח V שבין הלוחות בתא לבין הזרם I שזורם בו:



א. תאר מה קורה בקטעים האופקיים שבגרפים. (7 נק')

ב. תאר מה קורה בקטעים המשופעים שבגרפים. (7 נק')

ג. מהו הגרף המתאים לאור:

(1) בעל תדירות מינימאלית?

(2) בעל עוצמה מינימאלית?

(3) בעל אורך גל מינימלי? (9 נק')

ד. מדוע הזרם אינו מתאפס, כאשר המתח שווה אפס? (7 נק')

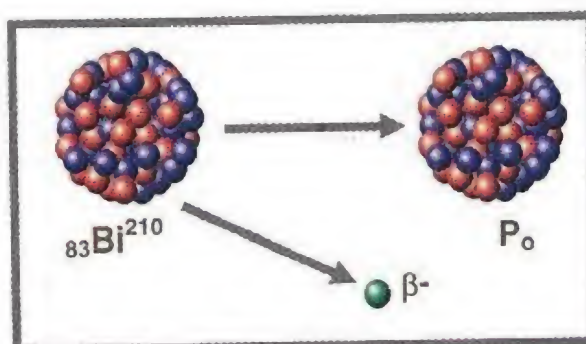
ה. מקרינים אור אולטרה- סגול בעל אורך גל של $\lambda = 1800 \text{ \AA}$ על לוח מתכתי מבודד שפונקציית העבודה שלו $B = 4 \text{ eV}$. כתוצאה מכך, נפלטים אלקטרונים מהלוח לזמן קצר בלבד.

(1) מדוע מפסיקה הפליטה למרות שממשיכים להקרין? (7 נק')

(2) חשב את אורך הגל של האלקטרונים הנפלטים. (13 נק')

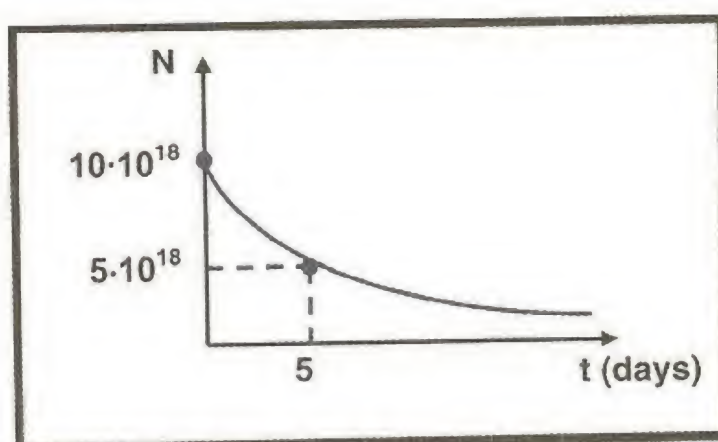


איזוטופ ביסמוט בעל מספר מסה 210 ומספר אטומי 83 מתפרק התפרקות β^- לאיזוטופ של פולוניום.



א. מצא את מספר המסה ואת המספר האטומי של איזוטופ הפולוניום. (10 נק')

ב. התרשים שלפניך מתאר את מספר גרעיני ביסמוט 210 שנמדדו במדגם כפונקציה של הזמן החל מרגע $t=0$:



(1) מצא את זמן מחצית החיים של איזוטופ ביסמוט 210. (5 נק')

(2) כמה גרעיני ביסמוט 210 נותרו במדגם לאחר יומיים? (5 נק')

(3) חשב את הפעילות בזמן $t=0$. (10 נק')

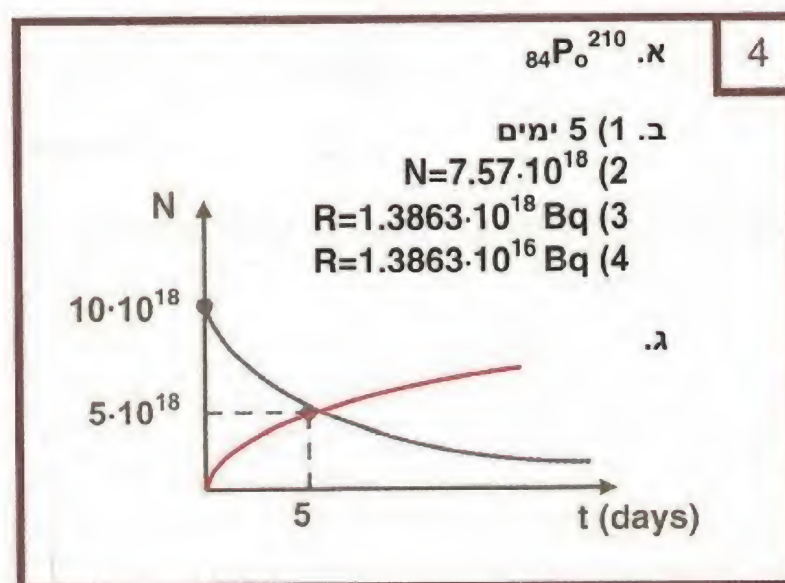
(4) חשב את הפעילות כאשר 99% מגרעיני הביסמוט 210 התפרקו. (10 נק')

ג. נניח שברגע $t=0$ לא היו גרעיני פולוניום במדגם. העתק את התרשים למחברתך והוסף עליו עקום, שיתאר את מספר גרעיני הפולוניום במדגם כפונקציה של הזמן. (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 9

<p>1</p> <p>א. 75cm , 7.5cm</p> <p>ב.</p> <p>ג.</p> <p>ד. שדה ראיה</p> <p>ה. (1) לא (2) לא (3) כן (4) כן</p>	<p>2</p> <p>א. 0.3m</p> <p>ב. 2</p> <p>ג. 8.95°</p> <p>ד. בין הפס השני לשלישי.</p> <p>ה. $36.87^\circ \leq \alpha \leq 43.43^\circ$ לא, באור הנראה תמיד תהיה חפיפה בין הסגול של הסדר השני לאדום של הסדר השלישי (פס 2 חודר חלקית לפס 3).</p>
--	--

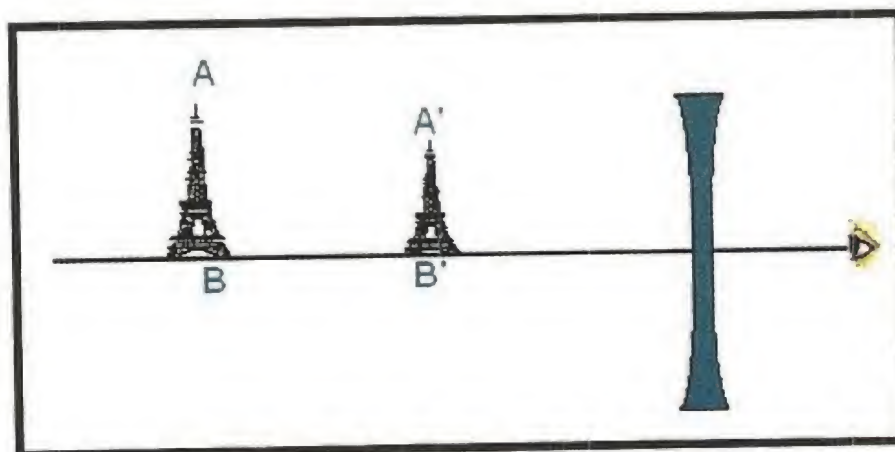
<p>3</p> <p>א. כל האלקטרונים הנפלטים בשניה אחת נקלטים על- ידי האנודה.</p> <p>ב. ככל שהמתח המאיץ עולה, יותר אלקטרונים מגיעים לאנודה.</p> <p>ג. (1) גרף 1 (2) גרף 3 (3) גרף 2</p> <p>ד. חלק מהאלקטרונים המשתחררים יש מספיק אנרגיה להגיע באופן אקראי לאנודה.</p> <p>ה. (1) הלוח נטען במטען חיובי ואינו מאפשר לאלקטרונים להתרחק. (2) $\lambda = 7.22 \text{ \AA}$</p>	<p>א. $^{210}_{84}\text{Po}$</p> <p>ב. (1) 5 ימים (2) $N = 7.57 \cdot 10^{18}$ (3) $R = 1.3863 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$ (4) $R = 1.3863 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$</p> <p>ג.</p>
--	--



מבחן מספר 10

בתרשים א' מוצגת מערכת ובה עדשה מפזרת, הציר האופטי שלה, עצם, AB , הניצב על הציר האופטי במרחק של 70 מהעדשה, הדמות של העצם, $A'B'$, הנוצרת על ידי העדשה במרחק של 40 ממנה, ועין הצופה המתבונן בעצם.

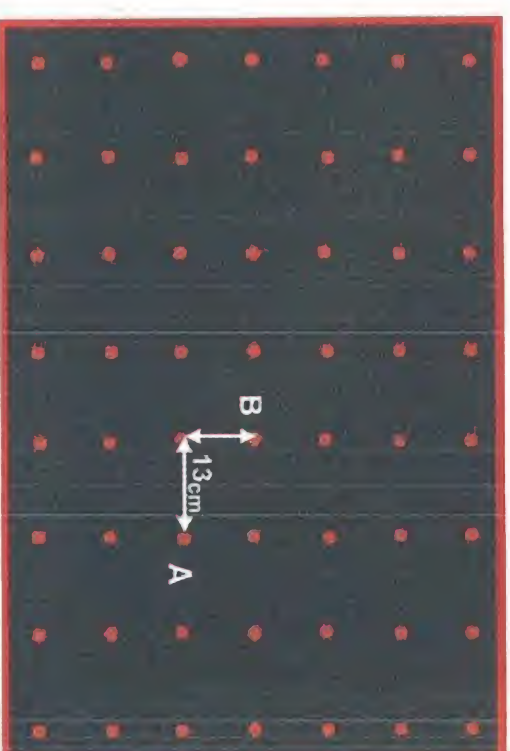
1



- א. מצא את אורך מוקד העדשה ואת עוצמת העדשה בדיופטר. (10 נק')
- ב. האם הצופה יוכל לראות את העצם, אם מציבים לוח אטום לאור (בגודל העדשה) :
 - (1) בין דמות העצם לעדשה? (5 נק')
 - (2) בין העצם למקום המצאות דמות העצם? (5 נק')
- ג. העתק למחברתך את התרשים (בקנה מידה הנוח לך), סרטט 3 קרניים המופצות מראש העצם (A), עוברות בעדשה, ויוצרות את ראש הדמות. תאר כיצד קבעת את מהלך הקרניים שסרטטת. (10 נק')
- ד. מסלקים את הלוח האטום ומקרבים את העצם לעדשה. איזה מהגדלים הבאים ישתנה, ומה יהיה השינוי:
 - (1) מרחק הדמות מהעדשה? (3 נק')
 - (2) גודל הדמות? (3 נק')
 - (3) מרחק הדמות מהגוף? (3 נק')
- ה. היכן יש למקם את העצם בכדי שדמותו תהיה מוקטנת פי 3? (11 נק')

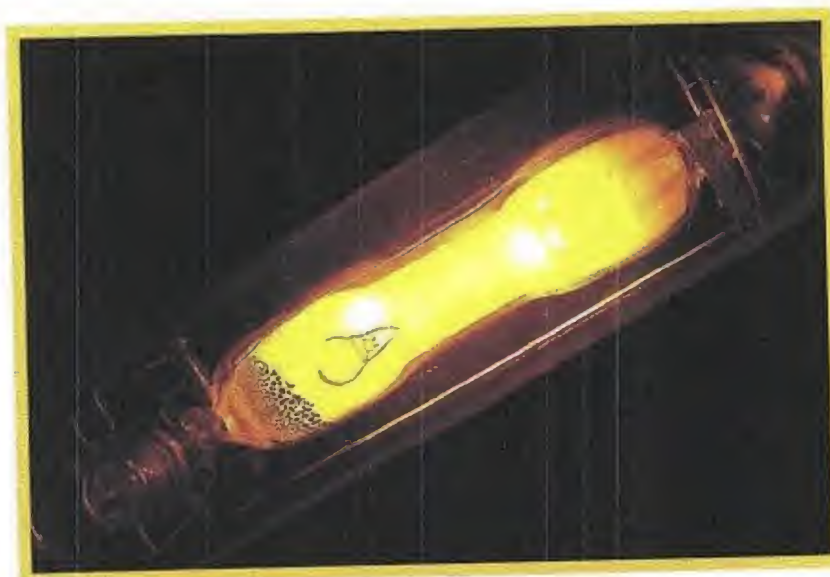
2

אור לייזר פוגע במאונך בשני סריגים צמודים וניצבים זה לזה. (כלומר- החריצים בסריג האחד מאונכים לחריצים בסריג השני)
קבועי הסריגים הם: $N_1^* = 500 \text{ 1/cm}$, $N_2^* = 1000 \text{ 1/cm}$.
על מסך הנמצא במרחק 2 m מן הסריגים, מתקבלת תבנית ההתאבכות הבאה:



- א. איזה מהחריצים מכון כך, שחריציו מקבילים לציר ה- X ? נמק. (8 נק')
ב. חשב את אורך הגל של אור הלייזר. (10 נק')
ג. חשב את המרחק OB . (8 נק')
ד. מציאים את הסריג N_1^* . (8 נק')
1) סרטט בקירוב את תבנית ההתאבכות שתתקבל. (8 נק')
2) מהי הזווית לנקודת המינימום הראשונה? (8 נק')
ה. הוכח שהמרחק בין שתי נקודות מקסימום סמוכות הוא קבוע. (8 נק')

פונקצית העבודה של נתרן שווה ל- $B=1.95 \text{ eV}$. אורך הגל של האור הצהוב הנפלט ממנורת נתרן בעלת הספק של 100 W שווה ל- $\lambda=5900 \text{ \AA}$.



א. חשב את מתח העצירה עבור האלקטרונים, הנפלטים מנתרן, המואר באמצעות מנורת נתרן. (10 נק')

ב. האם מתח העצירה ישתנה:

(1) אם ירחיקו את מנורת הנתרן? נמק. (5 נק')

(2) אם יוסיפו מסנן צהוב במסלול האור? נמק. (5 נק')

ג. האם עוצמת הזרם בתא תשתנה:

(1) אם ירחיקו את מנורת הנתרן? נמק. (2 נק')

(2) אם יוסיפו מסנן צהוב במסלול האור? נמק. (2 נק')

ד. באיזה קצב נפלטים הפוטונים ממנורת הנתרן? (10 נק')

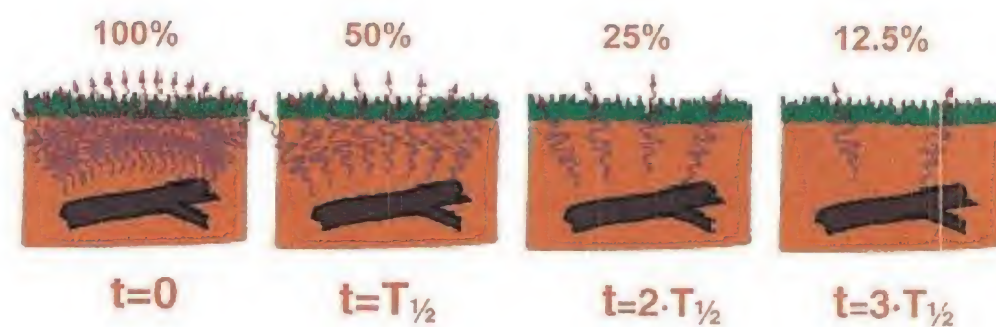
ה. חשב את זרם הרוויה בהנחה ש-0.6% מן הפוטונים, הנפלטים ממנורת הנתרן, גורמים לפליטת אלקטרונים מקטודת הנתרן. (10 נק')

ו. סרטט גרף מקורב, המתאר את הקשר בין הזרם והמתח על השפופרת. (6 נק')

בדגימה של חומר רדיואקטיבי מדדו את הפעילות R (מספר ההתפרקויות בדקה) כפונקציה של הזמן. תוצאות המדידה רשומות בטבלה שלפניך:

פעילות R (min^{-1})	זמן t (sec)
2000	0
1498	25
1122	50
841	75
623	100

- על-פי התוצאות שבטבלה, סרטט גרף של $\ln R$ כפונקציה של t . (10 נק')
- על סמך הגרף מצא את זמן מחצית החיים של החומר, וחשב את קבוע ההתפרקות של החומר. (20 נק')
- מדידת הפעילות התבצעה באמצעות גלאי קרינה שנצילותו 25%.
 1) חשב כמה גרעינים רדיואקטיביים היו בדגימה בזמן $t=0$. (10 נק')
- 2) חשב כמה גרעינים רדיואקטיביים היו בדגימה בזמן $t=10\text{sec}$. (10 נק')
- ניתן למדוד את הפעילות בעזרת הגלאי, אם זו אינה קטנה מ-100 התפרקויות לדקה.
 אחרי כמה זמן לא ניתן יהיה למדוד את הפעילות? (10 נק')



תשובות – מבחן מספר 10

2	1
<p>א. N_2^*</p> <p>ב. 6500\AA</p> <p>ג. 0.065m</p> <p>ד. 1.86°</p>	<p>א. -93.33cm, -1.07D</p> <p>ב. (1) לא (2) לא</p> <p>ד. (1) יגדל (2) יגדל (3) יקטן</p> <p>ה. 1.86m</p>

3

א. 0.15V

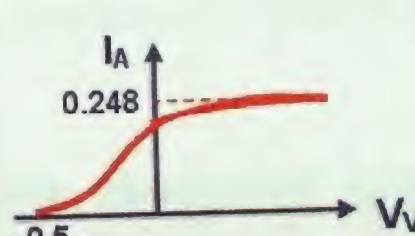
ב. (1) לא, מתח העצירה תלוי בסוג המתכת ובתדירות.
(2) לא, זו עדיין אותה התדירות.

ג. (1) כן, עוצמת האור פוחתת.
(2) כן, עוצמת האור פוחתת.

ד. $n=2.976 \cdot 10^{20}$ פוטונים בשנייה.

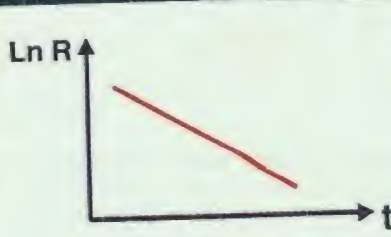
ה. $I=0.286\text{A}$

ו.



4

א.



ב. $T_{\frac{1}{2}} = 59.43$ שניות
 $\lambda = 0.011 \text{ sec}^{-1}$

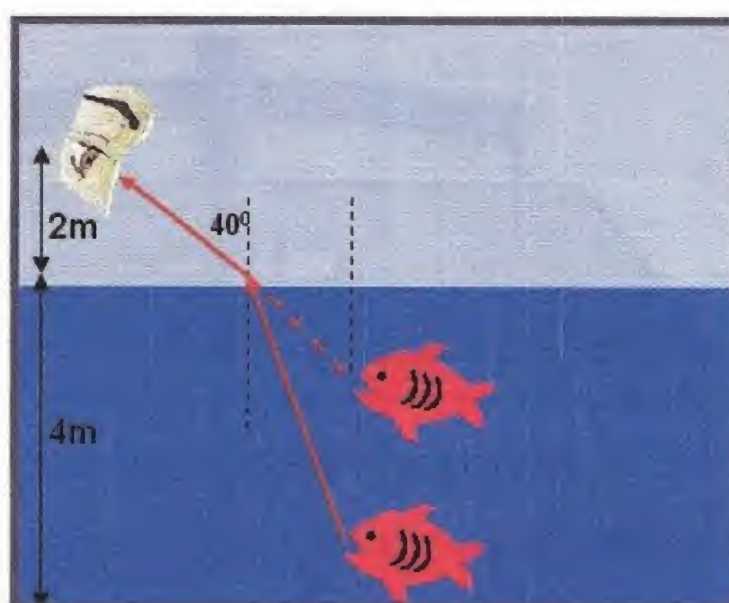
ג. (1) $N_0 = 2849$
(2) $N_{10} = 2534.4$

ד. 257 שניות מתחילת המדידה.

מבחן מספר 11

גודלו של גוף, הנראה לנו, נקבע על-פי גודלה של דמותו, הנוצרת על הרשתית. עקב שבירת האור, כל גוף הנמצא בתוך המים נראה מורם מעט ממקומו האמיתי. בתוך בריכת דגים ($n=1.33$) בעומק של 4 m נמצא דג. אדם הנמצא בגובה של 2 m מעל לפני המים שבבריכה רואה את הדג בזווית ראייה של 40° .

1



א. מצא את זווית הפגיעה בפני המים של קרן, היוצאת מקצהו השמאלי של הדג ומגיעה לעינו של האדם. (10 נק')

ב. חשב את העומק המדומה של הדג, כפי שנראה לאדם מחוץ למים. (12 נק')

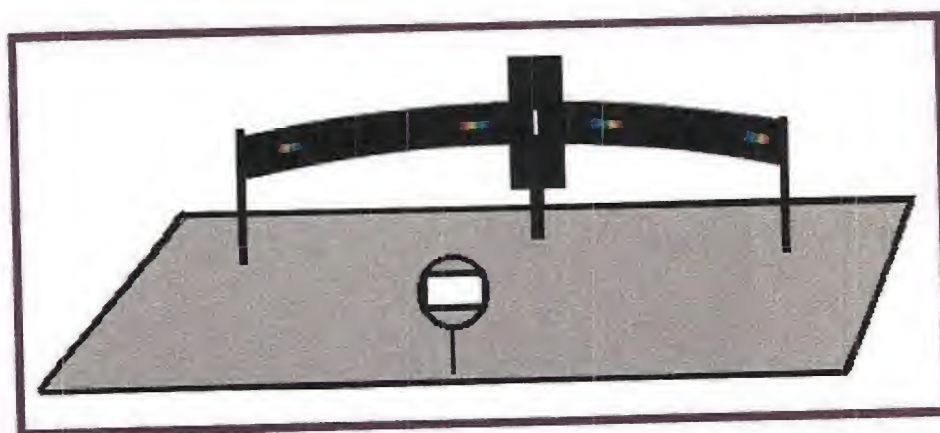
ג. האם זווית הראייה שבה נראה הדג על-ידי האדם גדלה עקב שבירת האור? הסבר. (8 נק')

ד. חשב את זמן נע האור מקצהו השמאלי של הדג במים, עד שהוא מגיע אל עינו של האדם. (6 נק')

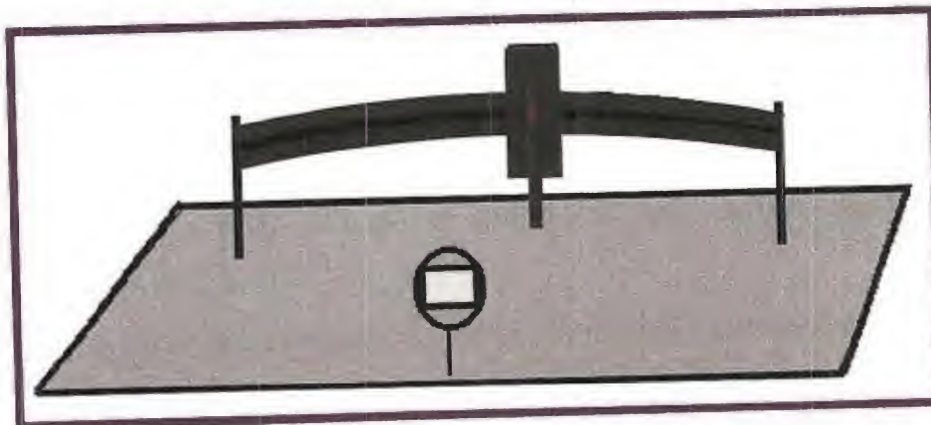
ה. חשב כמה זמן נע האור מקצהו השמאלי של הדג במים, עד שהוא מגיע אל עינו של האדם. (14 נק')

2

התרשים שלפניך מתאר ספקטרומטר הכולל שני לוחות שצורתם קשת של מעגל וביניהם מרווח צר, וכן סריג עקיפה המקביל למרווח. תלמיד הפעיל נורת להט (הפולטת אור לבן) והתבונן דרך הסריג בספקטרום שנוצר. קבוע הסריג הוא 5300 חריצים לס"מ. נתון: $4000\text{\AA} = \lambda_{\text{סגול}}$, $7000\text{\AA} = \lambda_{\text{אדום}}$, $4800\text{\AA} = \lambda_{\text{כחול}}$, $5300\text{\AA} = \lambda_{\text{ירוק}}$



- באיזו זווית בסדר הראשון מתקבל כל אחד מהצבעים הנ"ל? (12 נק')
- הצבע הצהוב התקבל בזווית של 17.9° . מהו אורך הגל של הצבע הצהוב? (8 נק')
- מהו צבע האור בסדר אפס (הפס המרכזי), שראה התלמיד דרך הסריג, ואיזה ספקטרום התקבל בשאר הסדרים? (8 נק')
- התלמיד החליף את מנורת הלהט במנורת כספית.

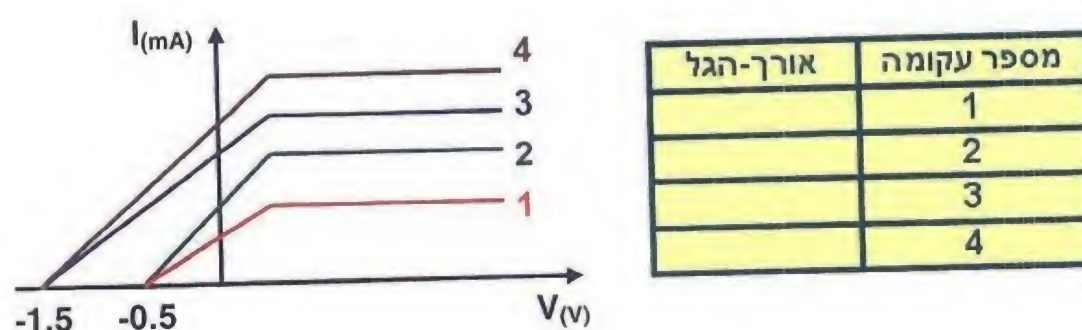


- מהו צבע האור בסדר אפס שראה התלמיד דרך הסריג, ואיזה ספקטרום התקבל? (6 נק')
- אם בסדר הראשון הופיעו ארבעה קווים ספקטריים, שזוויות הסטייה שלהם היו בין 12.3° ל- 17.9° , מהו תחום אורכי הגל של ארבעת הצבעים? (6 נק')
- לוקחים סריג עקיפה שרוחבו 5 ס"מ ובו 30,000 סדקים צרים. באילו זוויות תתקבל עוצמת אור מקסימלית, אם אורך הגל העובר דרך סריג זה הוא 7000\AA ? (10 נק')

3

התרשים שלפניך מתאר תוצאות ניסויים, שבוצעו עם תא פוטואלקטרי מסוים ושני מקורות אור, שכל אחד מהם פולט אור באורך גל שונה. ניתן לשנות את עוצמת האור בכל אחד מהמקורות. המרחק בין מקור האור לתא קבוע במהלך הניסוי. פונקציית העבודה של המתכת $B=2.1 \text{ eV}$.

א. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, ורשום בכל עקומה אם היא מתאימה לאורך גל קצר או ארוך. הסבר את קביעתך. (10 נק')



ב. חשב בעזרת העקומות את אורך הגל של האור בכל אחד מהמקורות. הסבר את חישוביך. (10 נק')

ג. עבור זוג העקומות המתאימות לניסויים עם אורך הגל הקצר יותר, קבע, באיזו מהן הייתה עוצמת האור של המקור קטנה יותר. הסבר. (10 נק')

ד. מהו ההפרש בין האנרגיות הקינטיות של האלקטרונים? (10 נק')

ה. מחליפים את התא בתא אחר שפונקציית העבודה שלו $B=2.5 \text{ eV}$ וחוזרים על הניסויים.

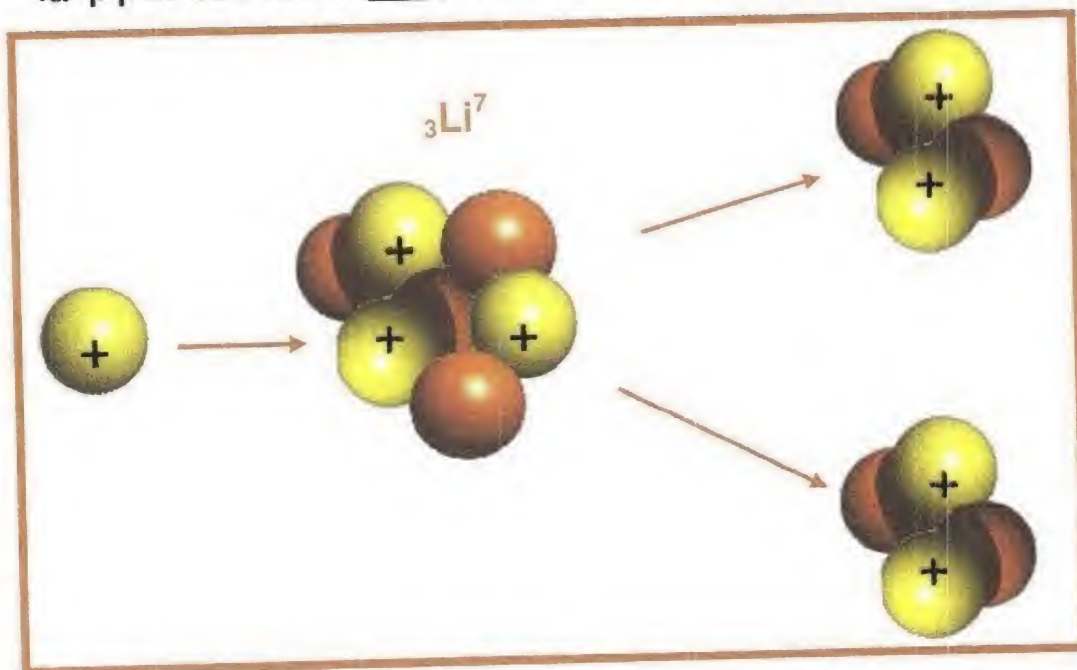
1) האם ההפרש בין האנרגיות הקינטיות של האלקטרונים ישתנה? הסבר. (5 נק')

2) האם נקודת החיתוך של העקומות עם הציר האופקי (V) תזוז ימינה, שמאלה או תישאר במקומה? הסבר. (5 נק')

${}^7_3\text{Li}$

בריאקצית היתוך פוגע פרוטון שהאנרגיה הקינטית שלו 0.2 Mev בגרעין ליתיום הנמצא במנוחה. גרעין הליתיום בולע את הפרוטון ומיד מתפצל לשני חלקיקי α .

4



- א. רשום את הנוסחה של הריאקציה. (10 נק')
- ב. הוכח שהאנרגיה המשתחררת שווה ל- 17.4 Mev. (10 נק')
- ג. חשב את המהירות של חלקיקי ה- α . (10 נק')
- ד. חשב את אורך הגל של חלקיקי ה- α . (10 נק')
- ה. (1) מהם ההבדלים ומהם הצדדים הדומים בין ביקוע גרעיני והיתוך גרעיני? (5 נק')
- (2) אילו חוקי שימור חשובים מתקיימים בכל הריאקציות הגרעיניות? (5 נק')

תשובות – מבחן מספר 11

1

א. 28.9°

ב. 2.63m

ג. (1) כן
(2) 32.93°

ד. $2.3829 \cdot 10^{-8} \text{sec}$

2

א. ירוק- 16.31° , כחול- 14.74°
אדום- 21.77° , סגול- 12.24°

ב. 5799\AA

ג. לבן, ספקטרום רציף

ד. (1) לבן, ספקטרום קווי
(2) 4019\AA - 5799\AA

ה. 57.14° , 24.83°

3

ב. $\lambda_{1,2}=4769.23\text{\AA}$, $\lambda_{3,4}=3444.4\text{\AA}$

ג. עוצמת האור של 3 קטנה מזו של 4.

ד. 1eV

ה. (1) לא
(2) נק' החיתוך תזוז ימינה, האנרגיה הקינטית תקטן, ולכן מתח העצירה ייקטן.

4

א. ${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$

ב. $\Delta E = 17.4 \text{ Mev}$

ג. $v = 20.91 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$

ד. $\lambda = 4.88 \cdot 10^{-15} \text{\AA}$

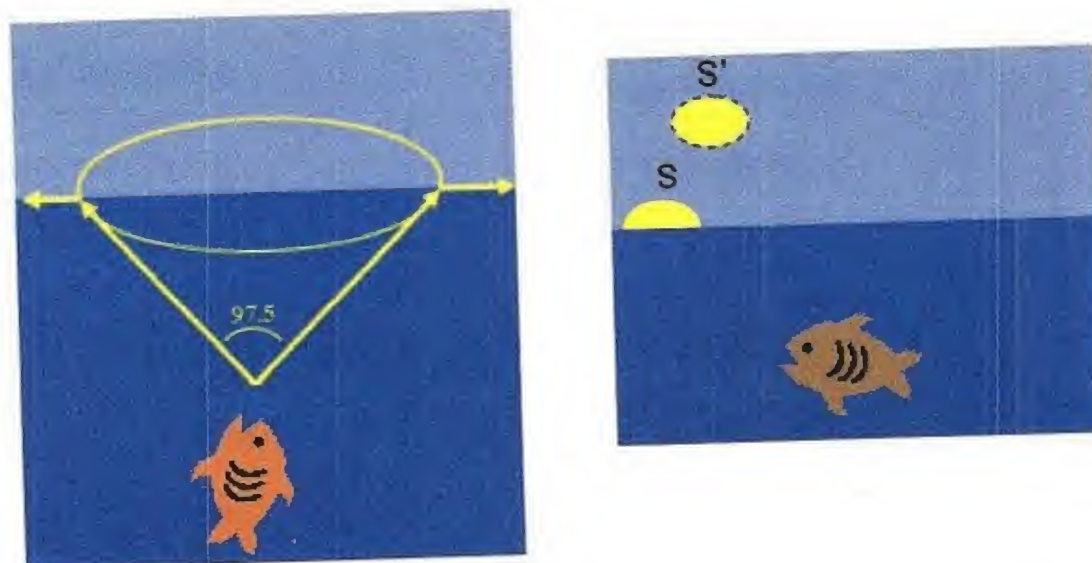
ה. (1) ביקוע: גרעין כבד מתפרק לשני גרעינים בינוניים.
בתהליך נפלטת אנרגיה.
היתוך: שני גרעינים קלים מתחברים ליצירת גרעין מורכב.
בתהליך זה נפלטת אנרגיה. מתרחש רק בטמפרטורות גבוהות מאוד.
(2) שימור: תנע, מטען, האנרגיה- מסה.

מבחן מספר 12

1 כאשר אנו נמצאים באזור פתוח, למשל בלב ים, ומביטים כלפי מעלה, אנו יכולים לראות את השמים מאופק עד אופק ללא כל הפרעה. אולם בשביל היצורים בתוך הים הרחב הזוויתי של הרקיע קטן הרבה יותר.

א. מהי הסיבה לכך? הסבר. (8 נק')

ב. דג הנמצא בתוך המים, $n=1.33$, רואה את הזריחה ($\alpha=90^\circ$ בקירוב) גבוה מעל לאופק (במקום ב-S ב-S'). בשקיעה המצב הוא סימטרי לזריחה.



1 סרטט קרן אור, היוצאת מנקודה S, הנמצאת בקצה הקוטר העליון של השמש, ומגיעה לעיניו של הדג בשעת זריחה ובשעת שקיעה. (10 נק')

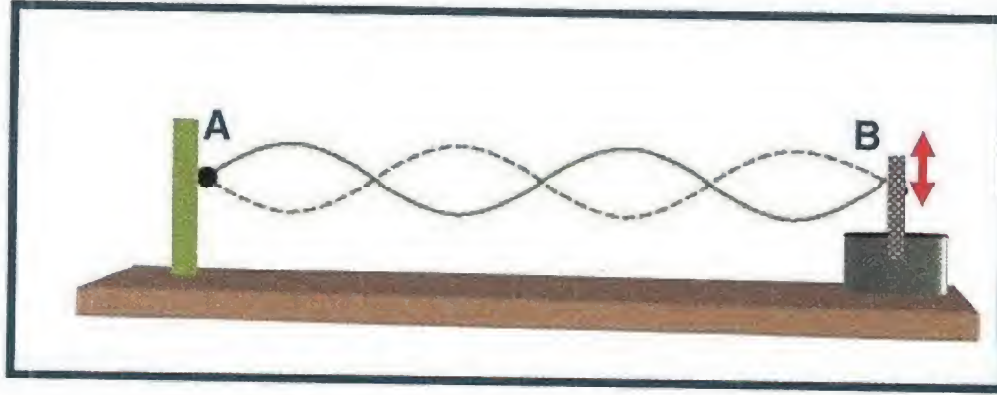
2 הוכח שרוחבם הזוויתי של השמים לגבי הדג הוא 97.5° . (10 נק')

ג. 1 מה רואה צוללן השוכב על קרקעית הים ומסתכל כלפי מעלה? (6 נק')

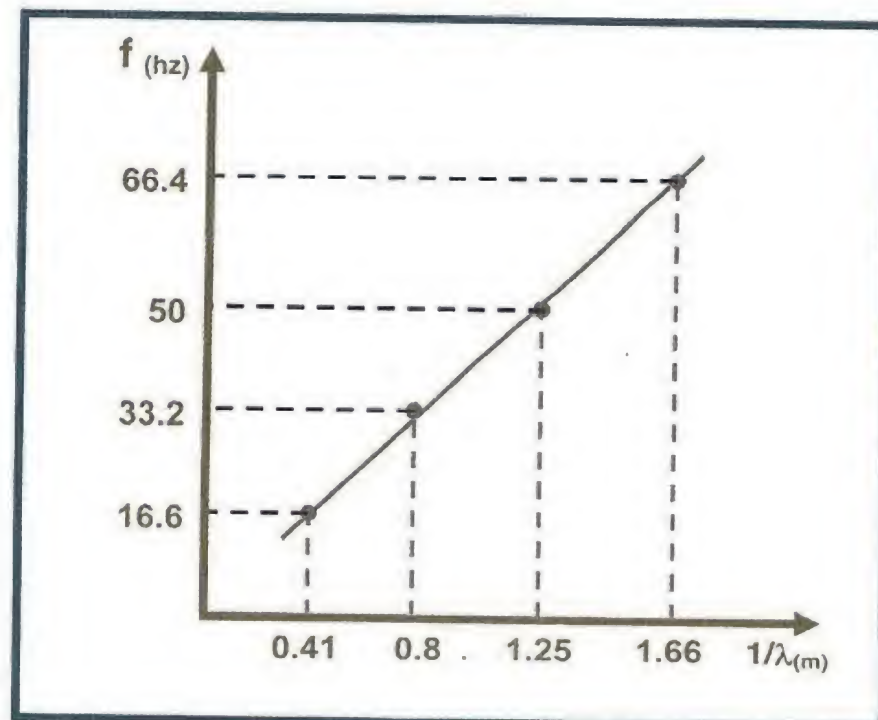
2 מה הוא רואה בזוויות הגדולות מרוחב הרקיע (הרוחב הזוויתי של השמים)? (8 נק')

3 מצאנו שהרוחב הזוויתי של השמים מתוך המים (97.5°) הוא כמחצית מגודלם, הנראה לנו כשאנו מחוץ למים. האם צוללן בתוך המים רואה גם פחות כוכבים? נמק. (8 נק')

חוט BA שאורכו 1.2 מ' קשור בקצה B למחולל תנודות ובקצה A למוט קבוע. (ראה תרשים). כאשר תלמיד מפעיל את מחולל התנודות, נוצר בחוט AB גל, שמוחזר מהקצה A. התלמיד מגדיל ברציפות את תדירות המחולל ורושם את התדירויות בכל פעם שנוצר גל עומד.

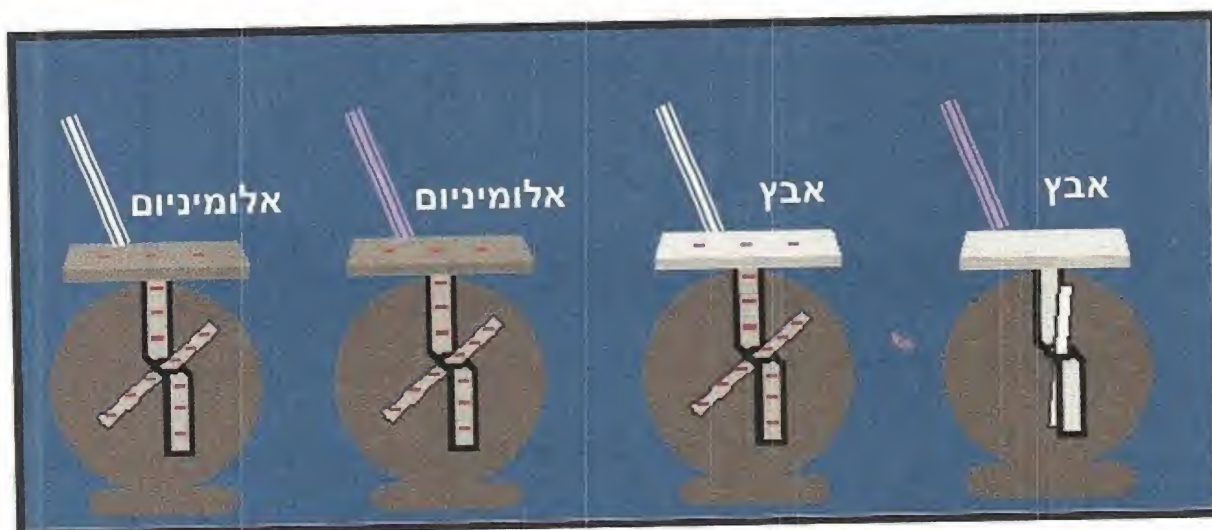


הגרף שלפניך מתאר את התדירות f כפונקציה של $1/\lambda$:



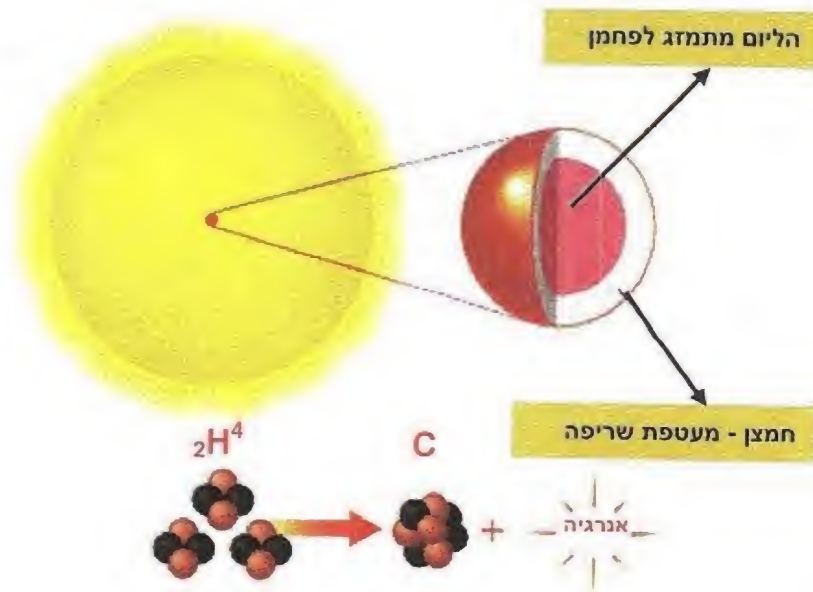
- הסבר את אופן היווצרותם של גלים עומדים ואת תכונותיהם. (8 נק')
- מצא בעזרת הגרף את מהירות התפשטותו של גל בחוט AB. (8 נק')
- עבור כל אחת מהתדירויות בהן התקבל גל עומד, סרטט את צורת הגל העומד. (12 נק')
- מה צריכה להיות תדירות מחולל התנודות כדי שיווצר על המיתר גל עומד עם 6 נקודות צומת (כולל בקצותיו)? (10 נק')

טוענים את הלוח העליון של האלקטרוסקופ העשוי מאלומיניום במטען שלילי. מקרינים עליו בתחילה אור לבן חזק ואחר-כך אור אולטרא סגול, והאלקטרוסקופ נשאר טעון. כאשר מחליפים את הלוח העליון בלוח אבץ הטעון במטען שלילי ומקרינים עליו בתחילה אור לבן חזק, הוא אינו מתפרק. אולם, כאשר מקרינים עליו אור אולטרא סגול, האלקטרוסקופ מתפרק מיד.



- א. הסבר באמצעות המודל החלקיקי של האור, מדוע לוח האבץ הטעון שלילית גורם לאלקטרוסקופ להתפרק מיד כשמוקרן עליו אור אולטרא סגול, ולוח האלומיניום אינו גורם לאלקטרוסקופ להתפרק, כשמוקרן עליו אור אולטרא סגול. (10 נק')
- ב. הסבר באמצעות המודל החלקיקי של האור, מדוע האלקטרוסקופ אינו מתפרק כאשר לוח האבץ מוקרן באור לבן. (10 נק')
- ג. טוענים את לוח האבץ במטען חיובי ומקרינים עליו אור אולטרא סגול. האם האלקטרוסקופ יתפרק? נמק. (5 נק')
- ד. כדור שרדיוסו $R=0.02\text{m}$ עשוי ממתכת שפונקצית שהעבודה שלה $B=3.9\text{ eV}$.
 (1) חשב את אורך הגל המקסימלי של הקרינה שעדיין תשחרר אלקטרונים. (5 נק')
 (2) מקרינים את כדור המתכת באור בעל אורך גל הקטן פי 2 מזה שחישבת סעיף הקודם. מה תהיה כמות המטען על הכדור לאחר זמן הקרינה ממושך? (10 נק')

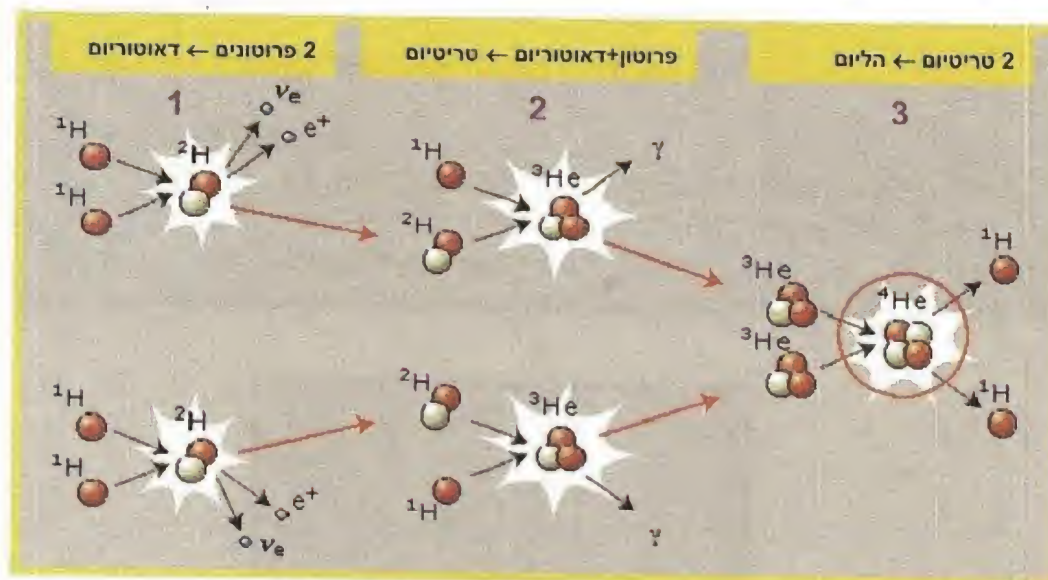
ישנם כוכבים, שבהם מתאחדים שלושה חלקיקי α בריאקציה אחת ויוצרים גרעין פחמן C.



א. רשום את הנוסחה של הריאקציה. (10 נק')

ב. חשב את כמות האנרגיה הנפלטת בריאקציה. (ביחידות Mev). (העזר בנתונים ובנוסחאות מהנספח). (10 נק')


ג. השמש שלנו מפיקה את האנרגיה שלה בשרשרת תהליכים (3 שלבים), בה ארבעה גרעיני מימן הופכים לגרעין הליום (${}^4\text{He}$). חשב את האנרגיה המשתחררת על-ידי מיזוג של ארבעה גרעיני מימן לגרעין הליום. (10 נק')



ד. מסת השמש $2 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$ והמימן מהווה 75% ממסתה. חשב כמה זמן יכולה לזרוח השמש אם מרבית האנרגיה המשתחררת מומרת לאור הנפלט מהשמש בקצב של $3.86 \cdot 10^{26} \text{ ג'אול לשנייה}$. (20 נק')

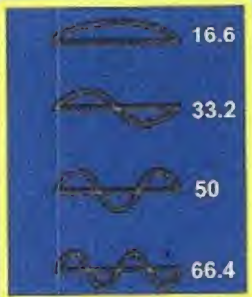
תשובות – מבחן מספר 12

1

א. שבירת האור בכניסתו מהאוויר למים.
ב. 

ג. (1) את העולם שמחוץ למים בתוך החרוט.
(2) את קרקעית הים.
(3) לא, מעבר לזווית של 97.5° הופכים פני המים למראה עבור הצוללן, (בשל תופעת ההחזרה הגמורה)

2

א. כאשר שני גלים שווי תדירות ומשרעת נעים זה לעומת זה, מתקבל גל אחד העולה ויורד במקום.
ב. 40 m/sec
ג. 
ד. 83.33Hz

3

א. לאור האולטרא סגול יש אנרגיה הגדולה מפונקציית העבודה של האבץ, אך לא של האלומיניום.
ב. לאור הלבן אין מספיק אנרגיה להתגבר על פונקציית העבודה של האבץ.
ג. לא, האלקטרונים אינם יכולים להתרחק ממנו.
ד. (1) 3179.49A°
(2) $8.67 \cdot 10^{-12} [\text{c}]$ (רמז: כאשר הכדור מוקרן נפלטים אלקטרונים והוא נטען חיובית, כאשר פוטנציאל הכדור ישווה ל- E_k לא ייפלטו אלקטרונים).

4

א. $3_2\text{H}^4 \rightarrow {}_6\text{C}^{12} + E$
ב. 7.3 Mev
ג. 26.73 Mev
ד. $7.92 \cdot 10^{10}$ שנים

מבחן מספר 13

1

לצורך מציאת מקדם השבירה של דיסקית פרספקס מבצע תלמיד את הניסוי הבא:
התלמיד מכוון אלומת אור של פנס אל מרכז החלק השטוח של דיסקית חצי עגולה. את
זווית הפגיעה הוא משנה על-ידי סיבוב המשטח עליו מונח לוח הפרספקס ומודד את
זווית השבירה. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך:



α°	10	25	45	60	70	80
β°	6.2	15.3	26.2	32.7	35.9	38

א. מתוך הנתונים המופיעים בטבלה הגדר שני משתנים חדשים שמתוכם תוכל לקבוע את מקדם השבירה של הפרספקס. רשום את ערכיהם בטבלה, כך שהגרף שיתקבל בעזרת משתנים אלה יהיה ליניארי. סרטט אותו ומצא מתוכו את מקדם השבירה של לוח הפרספקס. (10 נק')

ב. 1) מהי זווית השבירה המתאימה לזווית פגיעה 0° ? הסבר. (5 נק')

2) הסבר מדוע אלומת האור היוצאת מהפרספקס לאוויר דרך המשטח החצי עגול של הדיסקית אינה נשברת. (5 נק')

ג. לצורך מציאת הזווית הקריטית במעבר האור מפרספקס לאוויר מסובב התלמיד את המשטח עליו מונח לוח הפרספקס ב- 180° , כך, שאלומת האור חודרת לפרספקס דרך הדופן החצי עגולה של הדיסקית.



1) האם אלומת האור החודרת מהאוויר לפרספקס נשברת בכניסתה ללוח הפרספקס? הסבר מדוע. (5 נק')

2) האם לכל זווית פגיעה בפרספקס קיימת זווית שבירה מתאימה באוויר? (5 נק')

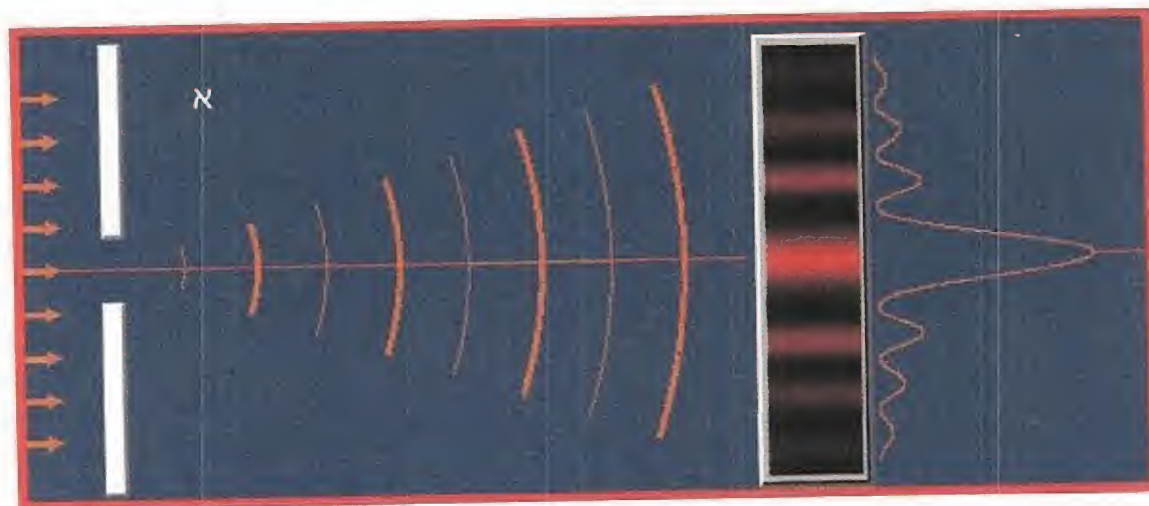
ד. חשב את הזווית הקריטית במעבר האור מדיסקית הפרספקס לאוויר. הסבר את חישוביך. (8 נק')

ה. במהלך הניסוי נראית, נוסף לאלומה הפוגעת ולאלומה הנשברת, גם אלומה שלישית, מוחזרת, המקיימת את חוק ההחזרה.

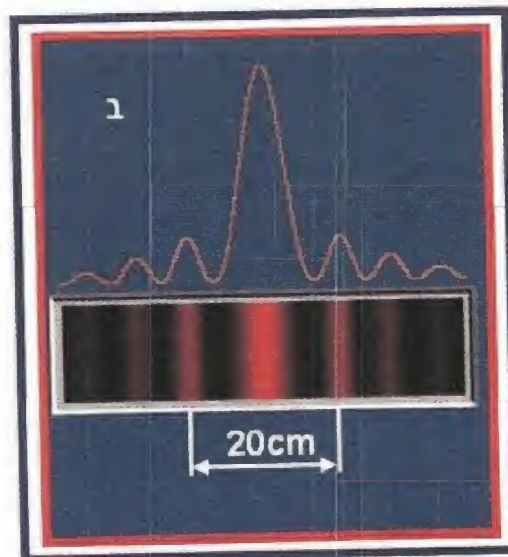
1) האם ניסוי זה מעיד על אופיו החלקיקי, הגלי או הדואלי של האור? נמק. (6 נק')

2) חשב את מהירות האור בלוח הפרספקס, וקבע, האם ייתכן שהסיבה לכך שמהירותו קטנה במעבר מהאוויר לפרספקס נובעת כתוצאה של כוח חיכוך כלשהו. (6 נק')

אלומת אור מונוכרומטי, שאורך הגל שלו אינו ידוע, נופלת במאונך על סדק שרוחבו $w=0.01\text{mm}$. מציבים מסך במרחק $L=1\text{m}$ מן הסדק. (ראה תרשים א').



בתרשים ב' מתוארת תבנית העקיפה המתקבלת על המסך.



- א. חשב את אורך הגל של מקור האור. (10 נק')
- ב. מה גודלו של פס האור המרכזי? (8 נק')
- ג. מהו הרוחב הזוויתי של פס האור המרכזי? (10 נק')
- ד. כמה פסים בהירים (פסי מקסימום) מתקבלים על המסך? (10 נק')
- ה. מה יקרה לרוחב פס האור המרכזי: (12 נק')
 - 1) אם המערכת תוכנס למים?
 - 2) אם ייקחו שקופית עם סדק רחב יותר? הסבר.
 - 3) אם יאירו באור לבן? הסבר.

פוזיטרונים הוא אטום דמוי מימן בו אלקטרון שמתענו (-e) קשור לפוזיטרון בעל מטען (+e) על ידי כוח חשמלי. (מסת הפוזיטרון שווה למסת האלקטרון).



רמות האנרגיה של הפוזיטרונים נתון על-ידי הביטוי $E_n = \frac{R^*}{2 \cdot n^2}$ כאשר: $R^* = -13.6 \text{ eV}$

- א. חשב את האנרגיה של רמת היסוד ואת אנרגיית הקשר של הפוזיטרונים. (10 נק')
- ב. (1) חשב את האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של אטום הפוזיטרונים ברמת היסוד ($r_1 = 2 \cdot 0.529 \text{ \AA}$). (10 נק')
- 2) מה המקור להבדל בין האנרגיה שחישבת בסעיף א' לבין האנרגיה שחישבת בסעיף ב' (1)? (5 נק')
- ג. אטום פוזיטרונים יורד ישירות מהרמה המעוררת $n=3$ לרמת היסוד. חשב את אורך הגל ואת התנע של הפוטון שנפלט. (15 נק')
- ד. בחישוב הנדרש בסעיף ג' לא נדרשת לקחת בחשבון את רתיעת אטום הפוזיטרון. אם בחישוב אין מזניחים את רתיעת האטום לאחר פליטת הפוטון, האם אורך הגל של הפוטון הנפלט יהיה גדול או קטן מזה שחישבת בסעיף ג'? נמק. (10 נק')



רמות האנרגיה של אטום מסוים נתונות ע"י הנוסחה :

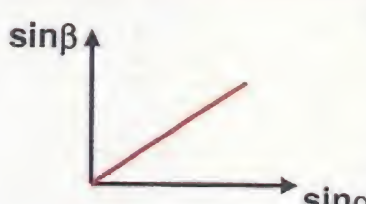
$$E_n = \frac{-24}{n^2} (ev)$$

- א. סרטט סכימה של 4 רמות האנרגיה הראשונות של אטום זה. רשום ליד כל רמה את האנרגיה המתאימה לה. (10 נק')
- ב. מהי אנרגיית הקשר, ומהי אנרגיית הערור של הרמה $n=2$? (10 נק')
- ג. מעבירים אלומת אלקטרונים שהואצה על-פני הפרש פוטנציאלים של 18V דרך גז דליל של יסוד זה, שאטומיו אינם מצויים ברמות מעוררות. מהם אורכי (או אורך) הגל של הפוטונים שנפלטו ומה התנע שלהם? (10 נק')
- ד. האם תשובתך לסעיף ג' תשתנה אם במקום אלומת אלקטרונים תועבר דרכו אלומת פוטונים בעלי אנרגיה של 18V? נמק. (10 נק')
- ה. מה צריך להיות מתח ההאצה המינימלי של האלקטרונים בכדי שיופיע בפליטה קו ספקטרלי בעל אורך גל של $\lambda = 2755.55$? (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 13

1

א. $\sin\beta$



ב. (1) 0°
(2) כי היא נעה לאורך רדיוס המאונך למשיק (פגיעה אנכית).

ג. (1) לא, כי היא נעה לאורך רדיוס המאונך למשיק.
(2) לא, יש החזרה גמורה מעל לזווית מסוימת.

ד. 38.61°

ה. (1) הגלי.
(2) $1.875 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, לא.

2

א. 6666.7 A°

ב. 13.33 cm

ג. 7.59°

ד. 28, בנוסף לפס המרכזי.

ה. (1) רוחב הפס יקטן.
(2) רוחב הפס יקטן.
(3) יתקבל צבע לבן.

3

א. 6.8 ev , -6.8 ev

ב. (1) $-13.61 \cdot 10^{-2} \text{ ev}$ (2) האנרגיה הקינטית.

ג. 2051.47 A° , $3.23 \cdot 10^{-27} \text{ N} \cdot \text{sec}$

ד. לפוטון תהיה פחות אנרגיה, ולכן אורך הגל יגדל.

4

רמה	אנרגיה ב- ev
4	-1.5
3	-2.67
2	-6
1	-24

א.

ב. אנרגית הקשר: 24 ev
אנרגית ערעור לרמה 2: 18 ev

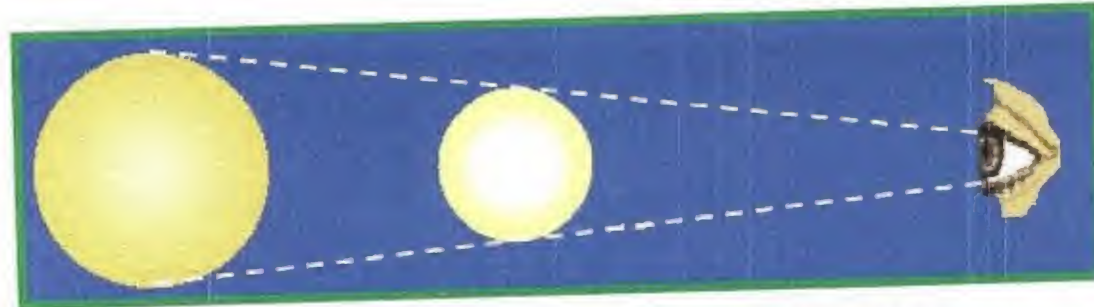
ג. $P=9.624 \cdot 10^{-27} \text{ N} \cdot \text{sec}$, $\lambda=688.88 \text{ A}^\circ$

ד. לא, יש לפוטונים אנרגיה השווה בדיוק להפרש האנרגיות בין רמת היסוד לרמה הראשונה.

ה. 22.5 v (מתאים למעבר מרמה רביעית לרמה שניה).

מבחן מספר 14

א. 1) אדם מתבונן בשני עצמים שונים:



האם הם נראים לאדם כבעלי אותו גובה? הסבר. (6 נק')

2) כיצד ניתן להגדיל את דמותו של גוף המתקבלת על רשתית העין מבלי להשתמש ברכיבים אופטיים? (4 נק')

ב. צופה מסתכל על הירח ומחזיק בידו המושטת לעבר הירח פיסת קרטון עגולה, שקוטרה 1cm. פיסת קרטון מטילה צל.

1) שרטט את אזורי הצל השונים שמטילה פיסת הקרטון, וציין בשרטוט היכן צריכה להיות עינו של הצופה, כדי שיראה את פיסת הקרטון, כשהיא חופפת בדיוק את הירח.

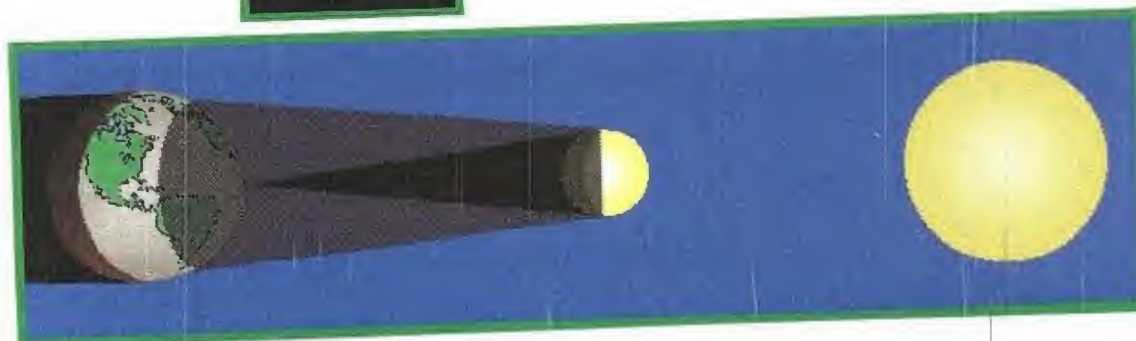
2) נתון שאורך חרוט הצל המלא של פיסת הקרטון הוא 110 ס"מ, ומרחק כדור הארץ מהירח 384000 ק"מ. מה קוטרו של הירח? (15 נק')



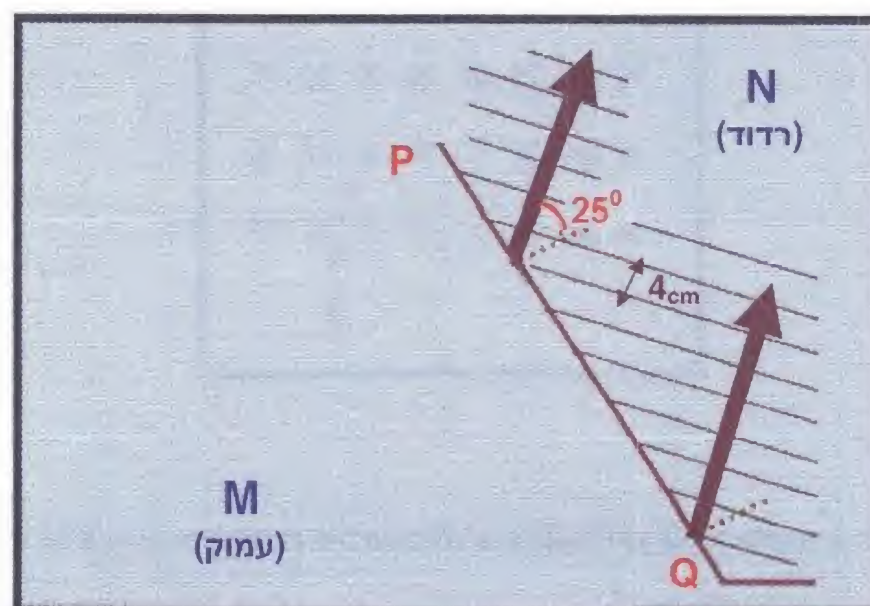
ג. ידוע שרדיוס השמש הוא $6.96 \cdot 10^8$ מ. רדיוס הארץ $6.38 \cdot 10^6$ מ, ורדיוס הירח $1.74 \cdot 10^6$ מ. בשעת ליקוי חמה היה המרחק שבין הארץ והשמש $1.495 \cdot 10^{11}$ מ, והמרחק בין הארץ והירח $3.84 \cdot 10^8$ מ.

1) חשב את אורכו של חרוט הצל המלא של הירח. (10 נק')

2) על סמך חישוביך הסבר בליווי שרטוט, מהיכן על פני כדור הארץ יראה ליקוי חלקי, מלא או טבעתי. (15 נק')

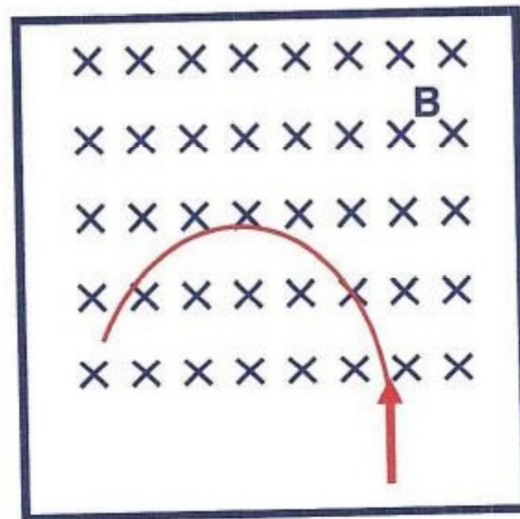


התרשים שלפניך מתאר מבט מלמעלה של אמבט גלים ובו מים.
 קו ההפרדה AB מפריד בין התווך M לתווך N.
 המרחק בין שני קווים עוקבים בחלק הרדוד (תווך N) הוא 4 ס"מ ובחלק העמוק (תווך M) הוא 7 ס"מ.
 זווית השבירה של הגל בתווך N היא 25° . תדירות מקור הגלים היא 400 Hz .



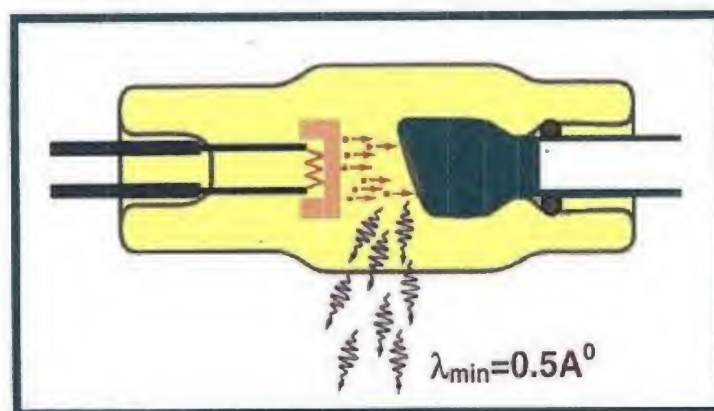
- א. מהי מהירות הגלים בתווך N? (7 נק')
- ב. מהי מהירות הגלים בתווך M? (7 נק')
- ג. חשב את זווית הפגיעה של הגל בתווך M. (12 נק')
- ד. העתק את התרשים למחברתך, והוסף לו את המשך קווי השיא בתווך M. סמן בחץ את כיוון ההתקדמות של הגל בתווך M, וסמן את זווית הפגיעה. (14 נק')
- ה. האם עבור כל זווית בין קווי השיא בתווך M ובין PQ נקבל שבירה של הגל בתווך N? אם לא- נמק מדוע. אם כן- מהי הזווית המרבית האפשרית, כך שעדיין תהיה שבירה? (10 נק')

אלומת אלקטרונים נכנסת בניצב לשדה מגנטי B .
נתונים: $\epsilon_0, n, m_e, q_e, h, B$

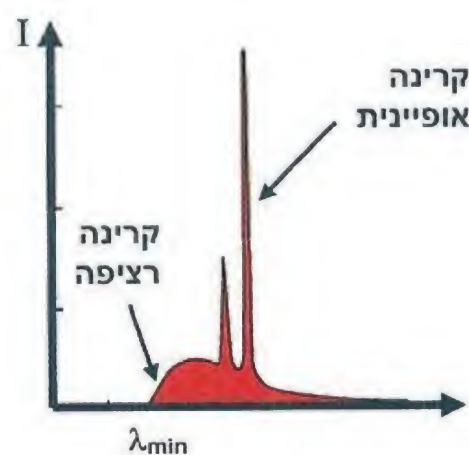


- א. בטא את הרדיוסים המותרים של המסלולים המעגליים של האלקטרון. (10 נק')
- ב. בטא את המהירויות המתאימות לרדיוסים המותרים. (10 נק')
- ג. בטא את האנרגיות המתאימות לרדיוסים המותרים. (10 נק')
- ד. פתח את הנוסחה עבור הרדיוסים המעגליים של אלקטרון הנע סביב גרעין אטום מימן. (10 נק')
- ה. הראה שהיקף המסלול המעגלי של האלקטרון הוא כפולה שלמה של אורך גל דה-ברוי של האלקטרון. (10 נק')

מקור קרינת X פולט אלומת פוטונים באורך גל של $\lambda = 0.5 \text{ \AA}$.



- חשב את האנרגיה של פוטון אחד. (5 נק')
- חשב את הספק האלומה של קרינת X אם מספר הפוטונים הנפלטים מהמקור בכל שניה הוא $1.2 \cdot 10^{12}$. (10 נק')
- חשב את מהירות האלקטרונים שגרמו לפליטת הקרינה. (10 נק')
- הסבר (או ע"י התיאוריה הגלית או ע"י התיאוריה החלקיקית של האור) את התופעות הבאות הקשורות לקרינת X: (15 נק')



- קיומה של תדירות סף.
 - הספקטרום הרציף.
 - הספקטרום הקווי.
- (15 נק')

ה. לקביעת אורך הגל של קרינת ה-X הנפלטת משתמשים בגביש ולא בסריג. הסבר מדוע. (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 14

1

א. כן (1)

2) להתקרב אליו.

ב. (1)



2) $3.49 \cdot 10^6 \text{ m}$

ג. (1) $3.75 \cdot 10^8 \text{ m}$

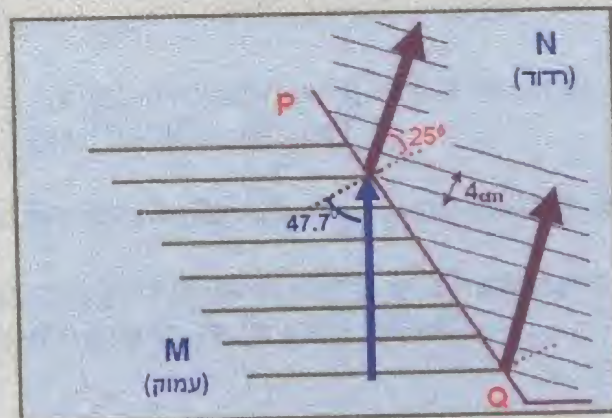
2

א. 16 m/sec

ב. 28 m/sec

ג. 47.7°

ד.



ה. כן, החזרה גמורה בגלים מתרחשת רק במעבר ממים רדודים למים עמוקים.

3

$$r = \sqrt{\frac{nh}{2\pi Bq}} \quad \text{א.}$$

$$v = \sqrt{\frac{nhBq}{2\pi m^2}} \quad \text{ב.}$$

$$Ek = \frac{nhBq}{4\pi m} \quad \text{ג.}$$

4

$$E_{ph} = 3.97 \cdot 10^{-15} \text{ J} \quad \text{א.}$$

$$P = 4.76 \cdot 10^{-3} \text{ W} \quad \text{ב.}$$

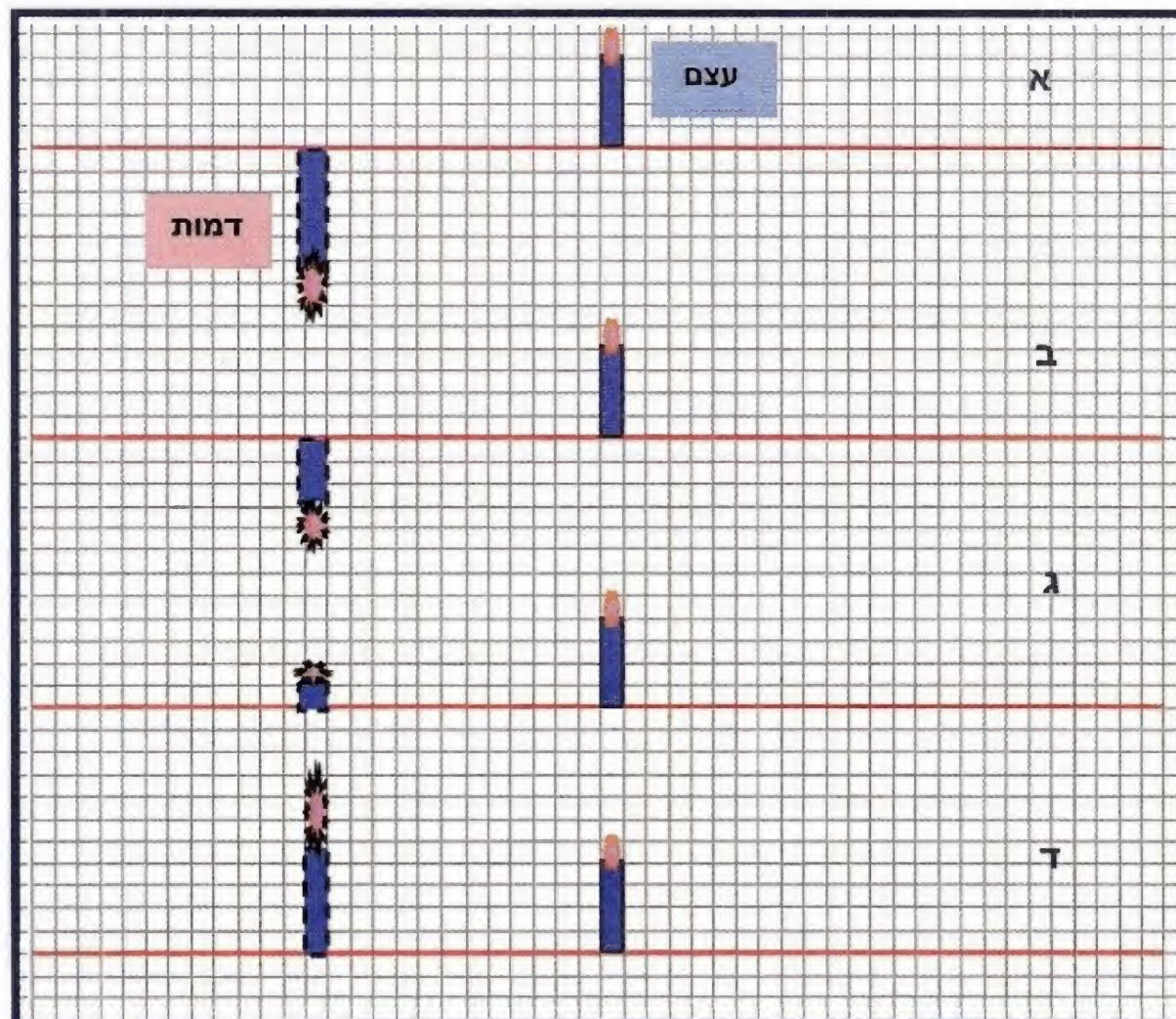
$$v = 93.33 \cdot 10^6 \text{ m/sec} \quad \text{ג.}$$

- ד. (1) אלקטרון אחד מוסר את כל האנרגיה שלו לפוטון אחד. (לפי תיאוריה חלקיקית)
 (2) לפי התאוריה הגלית מטען מואט מקרין קרינה אלקטרומגנטית רציפה.
 (3) עקב מעבר ברמות אנרגיה. אלקטרון גורם לעירור האטום לרמה גבוהה יותר ופליטת קרינה.
 ה. המרווח בין האטומים בסריג הוא מסדר הגודל של אורך הגל ואחיד.

מבחן מספר 15

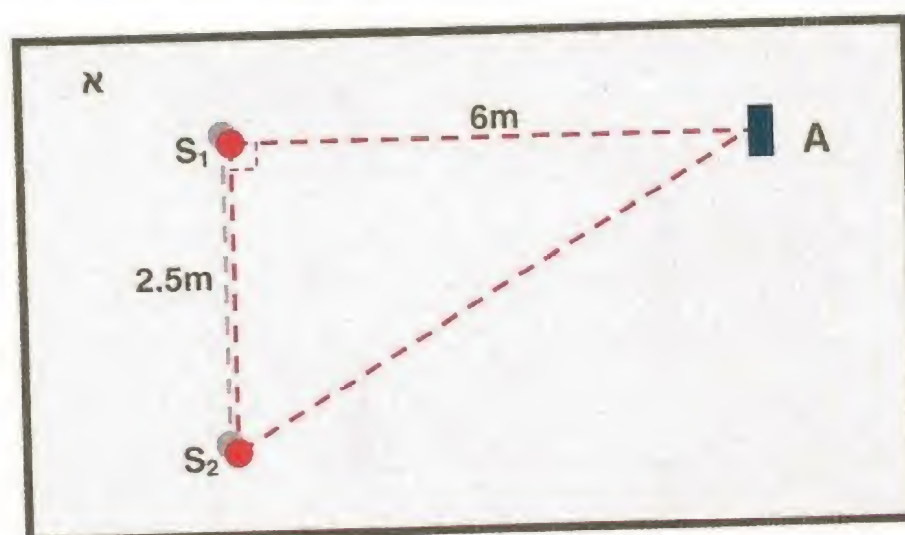
מציבים עדשות שונות (מרכזות ומפזרות) לפני מקור אור (נר), ומתקבלת דמותו של הנר. בארבעת התרשימים המופיעים בדף נראים מקור האור (הנר) ודמותו. כל משבצת מייצגת 5 ס"מ. עבור כל אחד מהתרשימים א-ד :

1



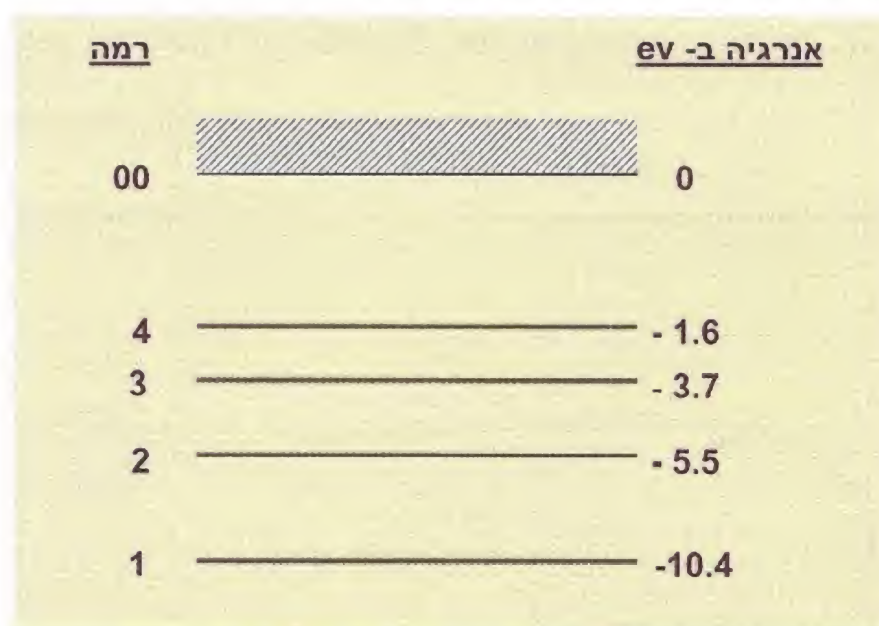
- א. קבע מהו סוג העדשה ונמק את קביעתך. (7 נק')
- ב. מצא את מקום העדשה. (8 נק')
- ג. מצא את מרחק המוקד של העדשה. (10 נק')
- ד. צייר את מהלך הקרניים. (10 נק')
- ה. (1) האם דמות מדומה היא תמיד ישרה? נמק. (5 נק')
- (2) מה ההבדל בין דמות מדומה לדמות ממשית? (5 נק')
- (3) מה ההבדל בין דמות מדומה, המתקבלת במראה מישורית, לדמות מדומה, המתקבלת בעדשה? (5 נק')

שני מקורות קול נקודתיים S_1 ו- S_2 יוצרים גלי קול באותו אורך גל, באותה עוצמה ובאותו מופע. שני המקורות מסוגלים ליצור גלים בתחום התדירויות מ-1000 Hz ועד 3000 Hz. מהירות הקול באוויר 340 m/sec. נקודה A נמצאת במרחק 6 m מ- S_1 ו- AS_1 מאונך ל- S_1S_2 . המרחק בין שני המקורות 2.5 m. (ראה תרשים)



- מצא בתחום התדירויות 3 תדירויות, שעבור כל אחת מהן נקבל בנקודה A עוצמת קול מקסימלית. (15 נק')
- מצא בתחום התדירויות 3 תדירויות, שעבור כל אחת מהן נקבל בנקודה A עוצמת קול מינימלית. (10 נק')
- אותם המקורות הפעם יוצרים בתוך המים גלי קול. מהירות הקול במים 1500 m/sec.
 - בתחום התדירויות של המקורות- בכמה תדירויות נקבל הפעם עוצמת קול מקסימלית בנק' A? (10 נק')
 - בתחום התדירויות של המקורות- בכמה תדירויות נקבל הפעם עוצמת קול מינימלית בנק' A? (5 נק')
- כאשר תדירות השידור היא 2020 Hz (כשהמערכת באוויר), יוצרים הפרש מופע בין שני המקורות. מהו הפרש הזמן המינימלי בין המקורות כך, שעוצמת הקול בנקודה A תהיה מינימלית? (10 נק')

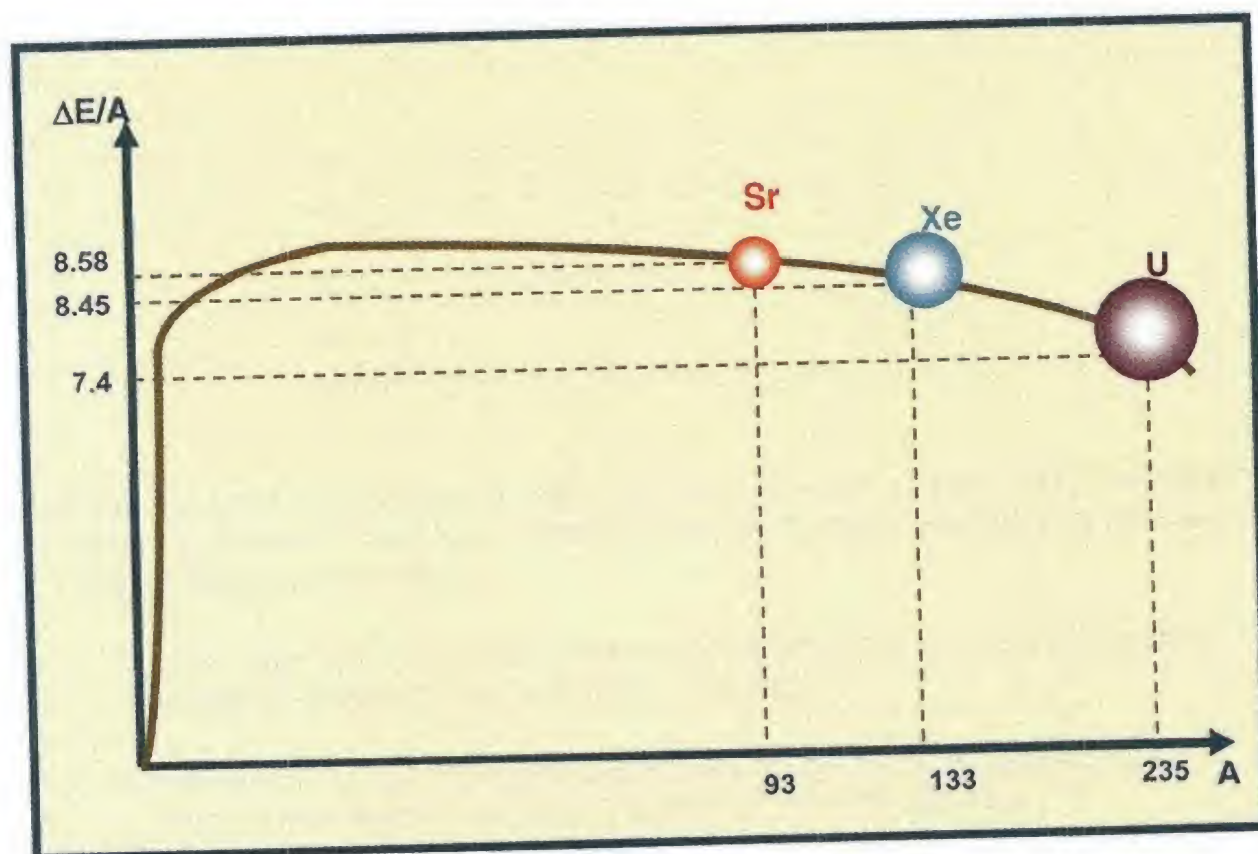
לפניך תרשים של חלק מרמות האנרגיה של אטום הכספית:



אלומה של קרינה אלקטרומגנטית בעלת טווח רציף של אורכי גל שבין 1300\AA - 2700\AA עוברת דרך שפופרת, המכילה אדי כספית בלחץ נמוך (בתחילה האלקטרונים אל אטומי הכספית נמצאים ברמת היסוד).

- חשב באילו אורכי גל נבלעת הקרינה האלקטרומגנטית, וציין זוג רמות אנרגיה הקשורות להופעתו של כל אחד מהם. (10 נק')
- חשב את אורכי הגל של הקווים הצבעוניים המתקבלים בספקטרום הפליטה. למעבר בין אילו שתי רמות אנרגיה מתאים כל קו כזה? (10 נק')
- מה ההבדל בין ספקטרום הפליטה וספקטרום הבליעה של גז? (10 נק')
- מקרינים את אטום הכספית בקרינה מונוכרומטית בעלת אורך גל של 1000\AA . תאר מה יקרה. (10 נק')
- יון כספית לוכד אלקטרון חופשי. כמה קווים ספקטראליים יתקבלו? (10 נק')

התרשים שלפניך מתאר את אנרגיית הקשר הממוצעת לנוקלאון $\Delta E/A$, ביחידות Mev (מיליון אלקטרון וולט), כפונקציה של מספר המסה A .
 ΔE – אנרגיית הקשר של גרעין אטום. האנרגיה הדרושה להפריד בין כל הנוקלאונים של הגרעין.
 A – מספר המסה של גרעין. (מספר הנוקלאונים בגרעין).



לפניך תהליך ביקוע גרעיני:

$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{93}\text{Sr} + {}_{54}^{133}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$$

א. העזר בגרף וחשב בקירוב את האנרגיה המשתחררת בתהליך הביקוע. (20 נק')

ב. חשב בקירוב את האנרגיה המשתחררת בתהליך הביקוע בעזרת המסות האטומיות הבאות:

$$\begin{array}{lll} m(\text{u}) = 235.044(\text{u}) & m(\text{xe}) = 132.915(\text{u}) & \\ m(\text{n}) = 1.0087(\text{u}) & m(\text{sr}) = 92.915(\text{u}) & (1\text{u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}) \end{array}$$

(15 נק')

ג. לכמה זמן תספיק כמות של טונה אחת של ${}_{92}^{235}\text{U}$, אם בכל ביקוע של אטום אורניום נפלטת האנרגיה שחישבת בסעיף א', כאשר ידוע כי ב-1 kg של ${}_{92}^{235}\text{U}$ יש כ- $2.5 \cdot 10^{24}$ אטומים, ויש לספק 5000 (Mw) בנצילות של 20%? (15 נק')

תשובות – מבחן מספר 15

1

א. מרכזת, מרכזת, מפזרת, מרכזת.

ב. 25cm משמאל לעצם.

30cm משמאל לעצם.

100cm משמאל לעצם.

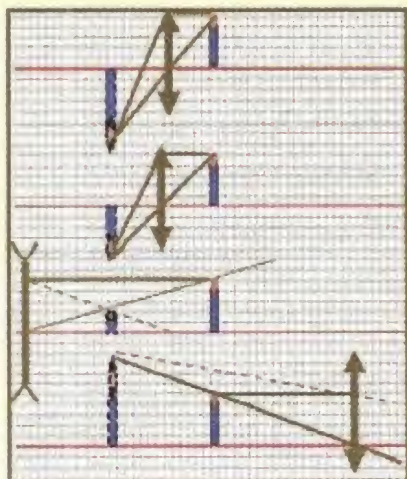
100cm מימין לעצם.

ג. $f_1=14.58\text{cm}, f_2=15\text{cm}, f_3=-66.67\text{cm}, f_4=266.67\text{cm}$

ה. 1. כן. 2. דמות מדומה נוצרת ממפגש של המשכי קרניים מוחזרות או נישברות.

דמות ממשית נוצרת ממפגש של קרניים.

3. במראה מישורית-המשכי קרניים מוחזרות. בעדשה-המשכי קרניים נישברות.



2

א. 2720Hz , 2040Hz , 1360Hz

ב. 2380Hz , 1700Hz , 1020Hz

ג. 1. רק ב- 3000Hz
2. לא נקבל

ד. $t=2.63 \cdot 10^{-4} \text{sec}$

4

א. $2.9 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

ב. $2.9 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

ג. $2.9 \cdot 10^6 \text{ sec}$

3

א. $\lambda_{1,2}=2531\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{1,3}=1851\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{1,4}=1409\text{\AA}^\circ$

ב. $\lambda_{1,2}=2531\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{1,3}=1851\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{1,4}=1409\text{\AA}^\circ$

$\lambda_{4,3}=5904.8\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{3,2}=6888.8\text{\AA}^\circ$, $\lambda_{4,2}=3179.4\text{\AA}^\circ$

ג. ספקטרום פליטה- פוטונים הנפלטים כתוצאה ממעבר מכל רמה לרמת היסוד וגם מעבר מכל רמה לרמות נמוכות יותר. מתקבלים קווים צבעוניים.

ספקטרום בליעה- מתקבל ממעבר אטומי גז מרמת היסוד לרמה גבוהה יותר תוך כדי בליעת פוטון. מתקבלים קווים שחורים על רקע צבעוני רציף.

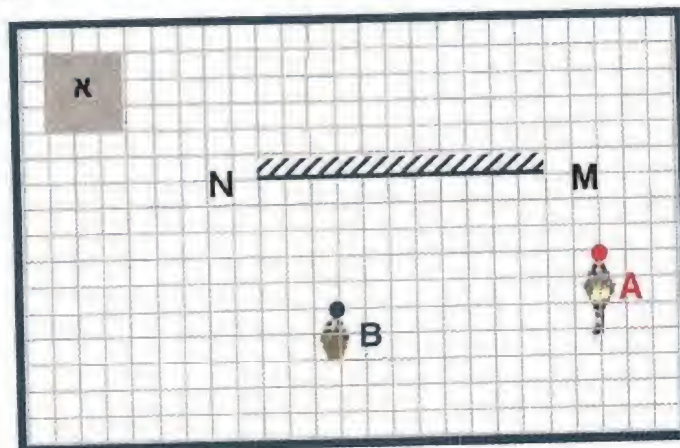
ד. יינן האטום

ה. אינסוף(ספקטרום רציף)

מבחן מספר 16

1

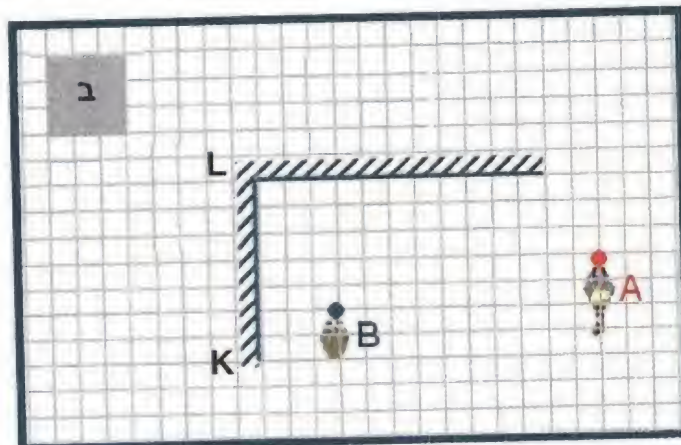
התרשים מתאר מראה מישורית MN. בנקודות A ו-B ניצבות שתי נערות.



א. סמן את התחום שעל אדם לעמוד בו, כדי לראות את דמות שתי הנערות.

ב. מה המרחק בין דמויות הנערות כפי שהן משתקפות במראה?
(כל משבצת מייצגת 10cm)

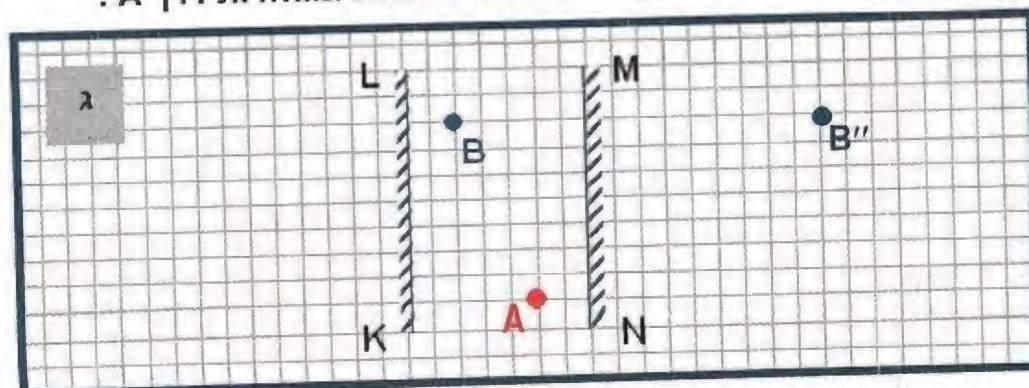
מציבים מראה נוספת LK בניצב למראה הראשונה. (ראה תרשים ב')



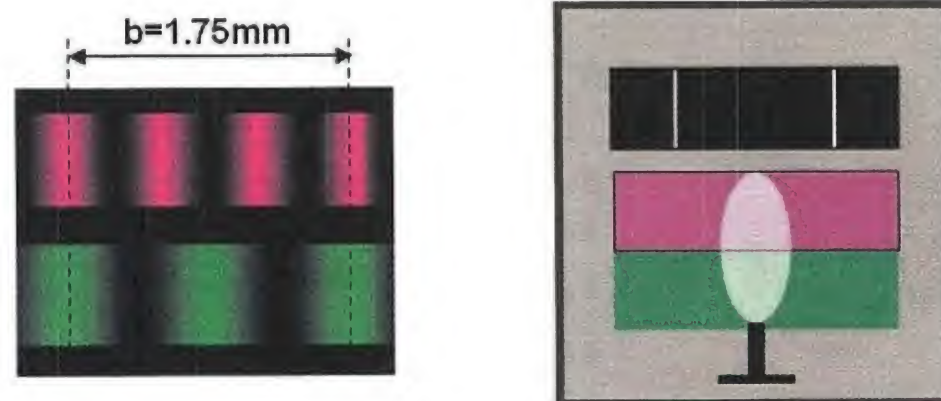
ג. הנערה הניצבת ב-A רואה 3 דמויות של הנערה הניצבת ב-B. הסבר את אופן היווצרותה של כל אחת מהדמויות בעזרת מהלכן של קרני אור, היוצאת מ-B פוגעות במראות ומוחזרות דרך A.

ד. מציבים את המראה LK במקביל למראה MN. (ראה תרשים ג') קבע את מיקומן של 4 הדמויות של B הקרובות למראות.

ה. הסבר את אופן היווצרותה של הדמות השנייה מצידה הימני של המראה MN בעזרת מהלכן של קרני אור, היוצאת מ-B פוגעות במראות ומוחזרות דרך A.



מקור אור לבן וקווי מכוסה בחציו במסנן סגול ובחציו במסנן ירוק. האור היוצא משני המסננים עובר דרך שני סדקים צרים מאוד, הנמצאים במרחק 2.5mm זה מזה, ופוגע במסך לבן, הנמצא במרחק 3.5m מהסדקים (ראה תרשים). על המרקע מתקבלת תבנית התאבכות בשני צבעים, שחלק ממנה מופיע בתרשים.



א. חשב את רוחב פס האור של כל אחד מהצבעים, המתקבל בתבנית ההתאבכות. (10 נק')

ב. חשב את אורך הגל של כל אחד מהצבעים. (15 נק')

ג. משנים את מרחק המרקע מהמקור וכן את המרחק בין הסדקים. מתקבלת תבנית חדשה ובה רוחב של שישה פסים סגולים שווה לרוחב של x פסים ירוקים. (ראה תרשים). מהו מספר הפסים הירוקים X ? נמק. (10 נק')

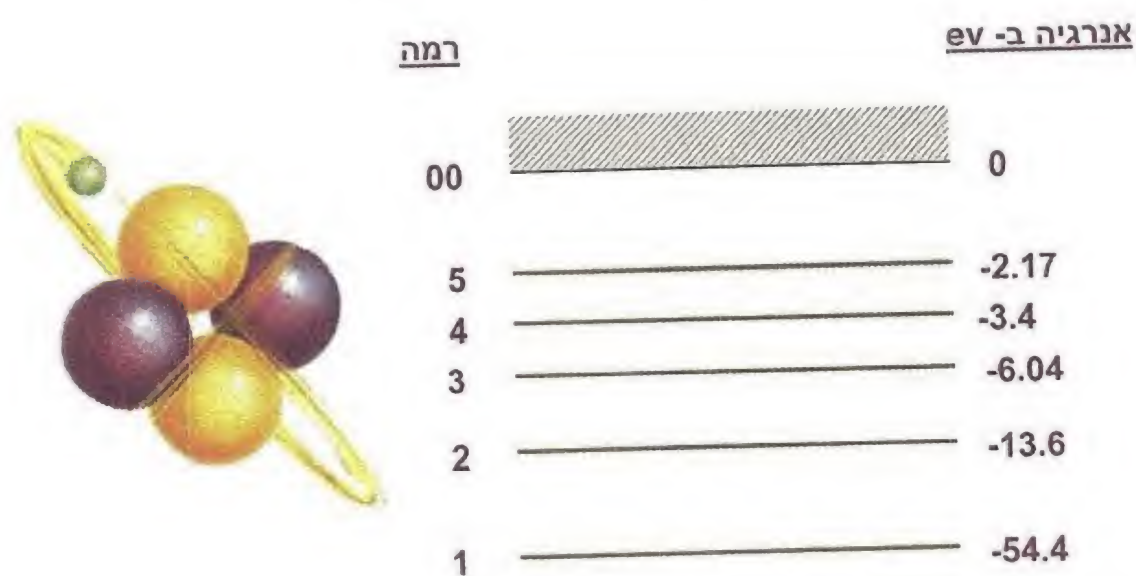
ד. כל מערכת הניסוי בהתאם לנתוני ההתחלה מוכנסת למים ($n=1.33$).

(1) האם המרחק b שיתקבל הפעם יהיה שווה לזה שהתקבל בתרשים א'? אם כן- נמק מדוע. אם לא- חשב מה יהיה המרחק החדש. (10 נק')

(2) הסבר מדוע גם הפעם שלשה קטעים של האור הסגול יהיו שווים לשני קטעים של האור הירוק. (5 נק')

3

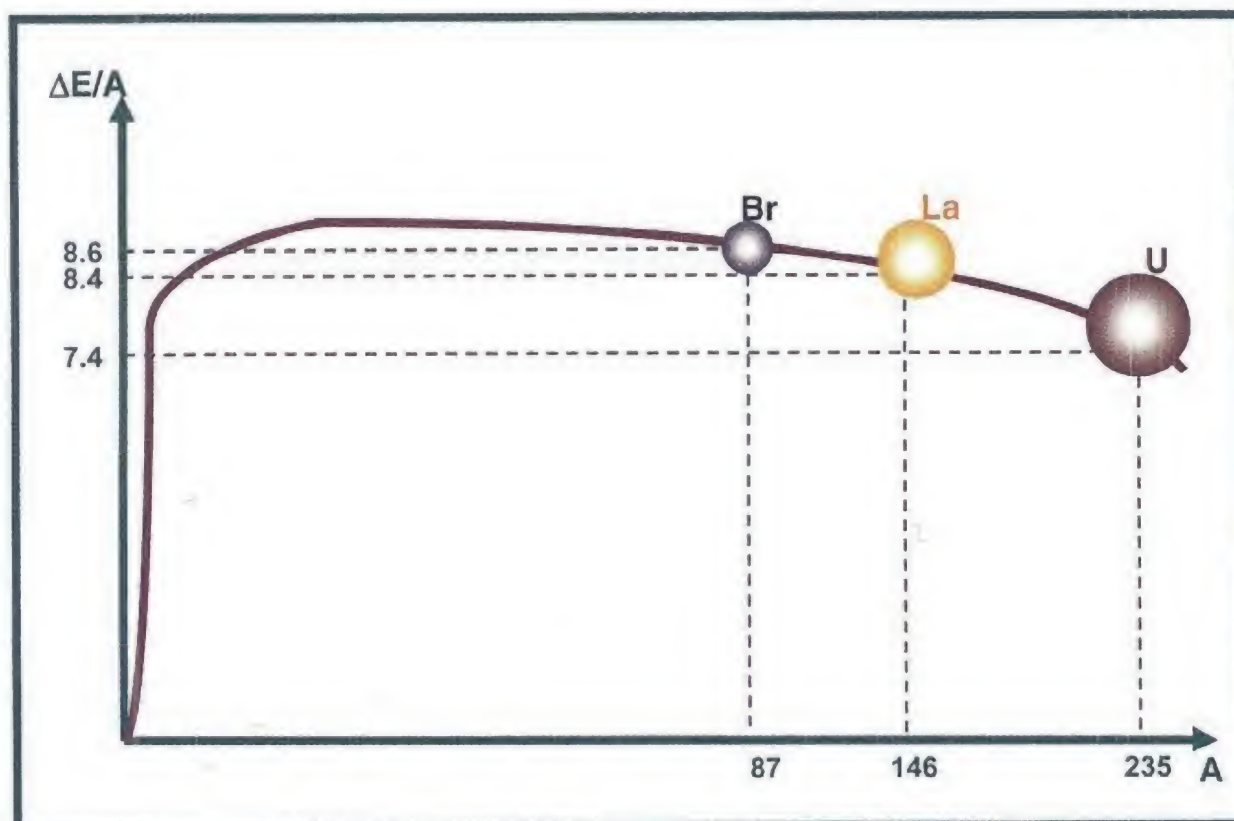
רמות האנרגיה של יון הליום, שבו נע אלקטרון יחיד סביב הגרעין, נתונות על-ידי ביטוי דומה לזה של אטום המימן: $E_n = \frac{-4R^*}{n^2}$, $R^* = 13.6 \text{ eV}$.



מקרינים יונים אלה הנמצאים ברמת היסוד באלומה של קרינה אלקטרומגנטית. בבדיקה ספקטרוסקופית של האור הנפלט מתברר, שאורך הגל המקסימלי בספקטרום שייך למעבר מהרמה $n=4$ לרמה $n=3$.

- חשב את אורך הגל המקסימלי. (10 נק')
- חשב את אורך הגל של הקרינה בה מקרינים את יוני ההליום. (10 נק')
- כמה קווים ספקטראליים יופיעו בספקטרום, ולאיזה מעברים הם מתאימים? (10 נק')
- האם יופיע בספקטרום זה אורך גל המופיע גם בספקטרום של אטום המימן? נמק. (10 נק')
- מצא את אורך הגל המרבי של הקרינה הדרושה לשם יינון ההליום הנמצא במצב היסוד. (10 נק')

התרשים שלפניך מתאר את אנרגיית הקשר הממוצעת לנוקלאון $\Delta E/A$ ביחידות Mev (מיליון אלקטרון וולט) כפונקציה של מספר המסה A.



ΔE – אנרגיית הקשר של גרעין אטום, האנרגיה הדרושה להפריד בין כל הנוקלאונים של הגרעין.
A – מספר המסה של גרעין. (מספר הנוקלאונים בגרעין).

לפניך תהליך ביקוע גרעיני אופייני:

$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{35}^{87}\text{Br} + {}_{57}^{146}\text{La} + 3{}_0^1\text{n}$$

א. העזר בגרף והראה, כי אנרגיית הקשר של גרעין ${}_{35}^{87}\text{Br}$ יחיד שווה ל- $1.2 \cdot 10^{-10}$ J (10 נק')

ב. הראה כי אנרגיית הקשר ΔE של גרעין ${}_{92}^{235}\text{U}$ קטנה ב- $0.38 \cdot 10^{-10}$ J מסכום אנרגיות הקשר של גרעין ${}_{57}^{146}\text{La}$ וגרעין ${}_{35}^{87}\text{Br}$. (10 נק')

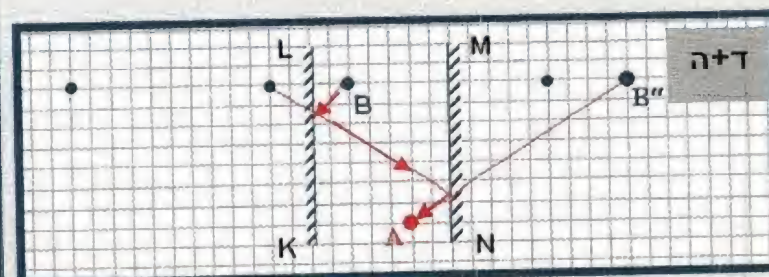
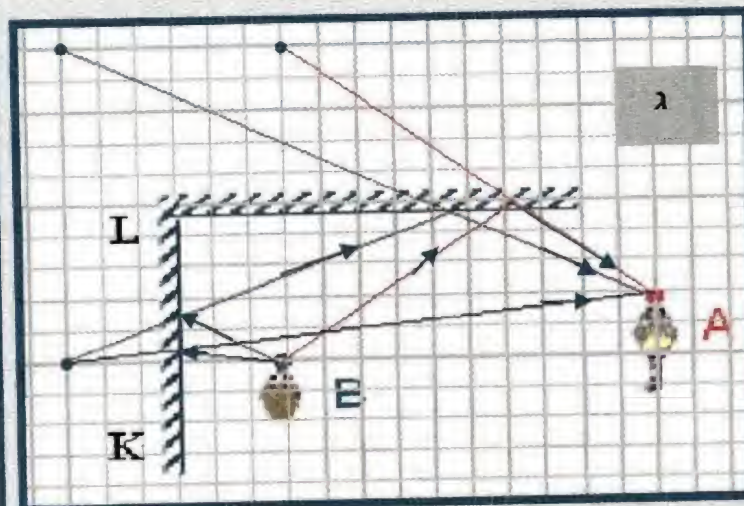
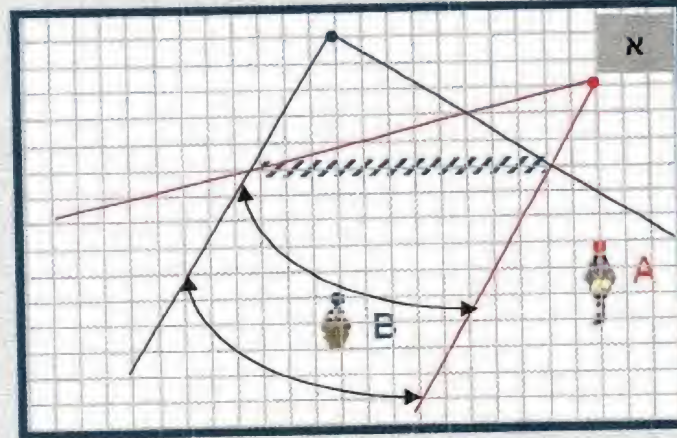
ג. האם האנרגיה הקינטית הכוללת של תוצרי הביקוע גדולה מהאנרגיה הקינטית הכוללת של המגיבים? אם לא- נמק מדוע. אם כן- הסבר מהו המקור לתוספת באנרגיה הקינטית. (10 נק')

ד. ידוע שמספר הביקועים לשנייה של גרעיני ${}_{92}^{235}\text{U}$ הוא $2.1 \cdot 10^{20}$, כאשר מכל ביקוע נפלטת אנרגיה של $0.38 \cdot 10^{-10}$ J. חשב את ההספק המתקבל מתחנת כוח גרעינית, אם ידוע שנצילותה 25%. (10 נק')

ה. כמה אטומים בקירוב יש ב- 1 kg של ${}_{92}^{235}\text{U}$, אם האנרגיה המשתחררת בביקוע של 1 kg של ${}_{92}^{235}\text{U}$ בתהליך הנתון שווה בקירוב ל- $9.5 \cdot 10^{13}$ J? (10 נק')

תשובות – מבחן מספר 16

1



2

א. $5.83 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (סגול)
 $8.75 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (ירוק)

ב. סגול- 4166.66 A°
 ירוק- 6250 A°

ג. $x=4$

ד. (1) המרחק יקטן.
 (2) בכניסה למים מהירות האור קטנה
 והתדירות נשארת קבועה, לכן אורך
 הגל קטן לשני הצבעים באותו היחס.

3

א. $\lambda=4696.96$

ב. $\lambda=243 \text{ A}^\circ$

ג. שישה קווים

ד. כן

ה. $\lambda=227.9 \text{ A}^\circ$

4

ג. הפיכת הפרש המסות
 לאנרגיה.

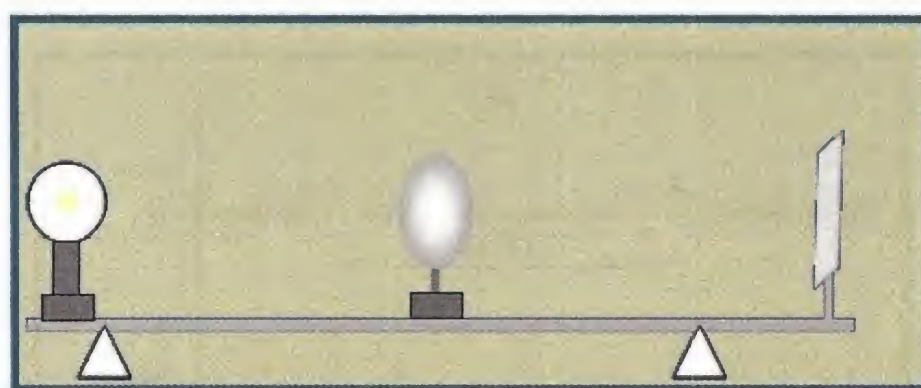
ד. $P=1.995 \cdot 10^9 \text{ W}$

ה. $n=2.5 \cdot 10^{24}$

מבחן מספר 17

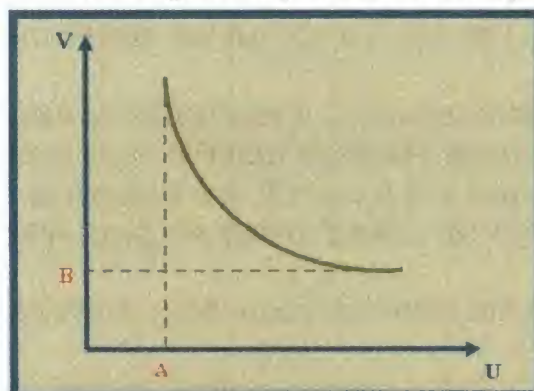
בניסוי למדידת מרחק המוקד של עדשה דו-קמורה מציבים נורה (המשמשת כעצם) לפני עדשה, ואת דמות הנורה קולטים על מסך המוצב מעברה השני של העדשה. מודדים את מרחקי העצם ואת דמותו מהעדשה. תוצאות הניסוי מופיעות בטבלה שלהלן:

1



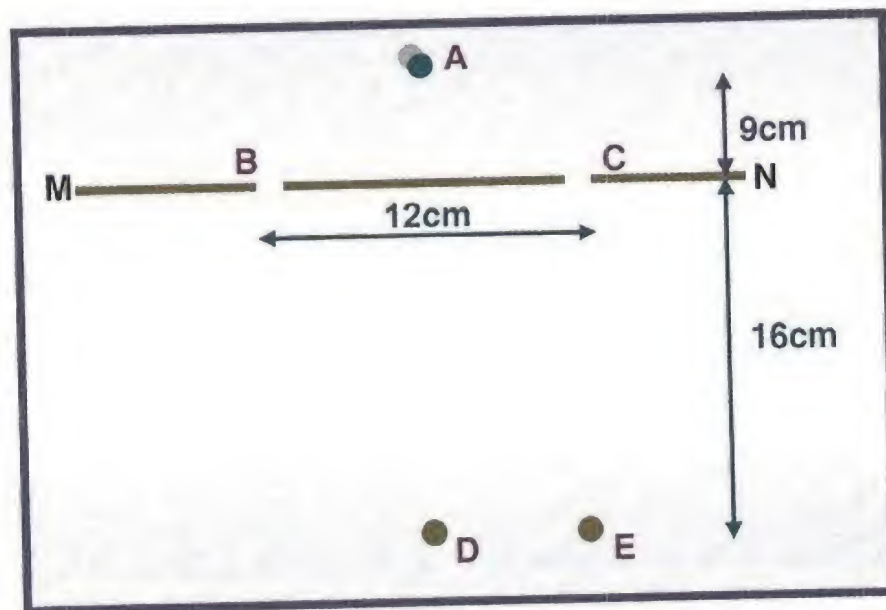
$U_{(cm)}$ מרחק העצם מהעדשה	20	30	40	60	80
$V_{(cm)}$ מרחק הדמות מהעדשה	65	31	25	20	19

תלמיד סרטט גרף של V כפונקציה של U , והתקבל הגרף הבא:



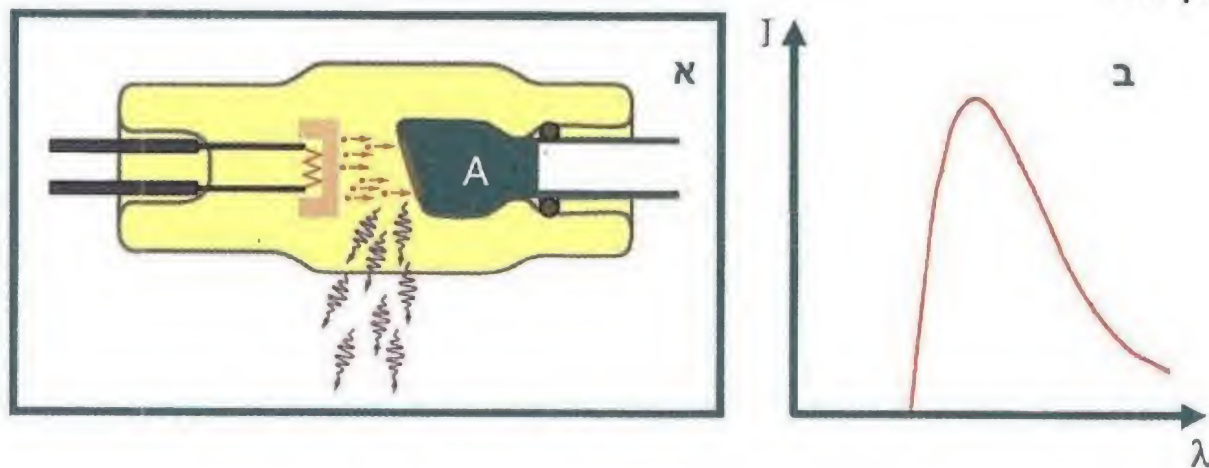
- א. (1) איזה גודל פיזיקלי מיוצג על-ידי הנקודה A? הסבר. (5 נק')
- (2) איזה גודל פיזיקלי מיוצג על-ידי הנקודה B? הסבר. (5 נק')
- ב. סרטט גרף של $1/V$ כפונקציה של $1/U$. איזה גודל מיוצג על-ידי נקודת החיתוך עם ציר ה- x ועם ציר ה- y ? (10 נק')
- ג. חשב את מרחק המוקד של העדשה. (10 נק')
- ד. הצע שתי שיטות נוספות, המאפשרות למצוא את מרחק המוקד של העדשה באמצעות המערכת שברשותך, על-ידי ביצוע של מדידה אחת בלבד עבור כל שיטה. (10 נק')
- ה. כאשר הנורה מוצבת בין העדשה לבין המוקד, מתקבלת דמותה המדומה של הנורה עבור הצופה המתבונן בעדשה. הצע שיטה לאיתור מקום הדמות המדומה שמתקבלת. (10 נק')

בתוך אמבט מים טבול חיץ MN ובו שני סדקים צרים B ו-C, שהמרחק ביניהם הוא 12cm. בנקודה A, הנמצאת במרחק של 9 cm על האנך האמצעי לקטע BC, טבולה לשונית A, הרוטטת בתדירות של 20 Hz וגורמת ליצירת גל מעגלי, שאורך הגל שלו 4cm. (ראה תרשים א' המתאר מבט מלמעלה על האמבט). רחב כל סדק קטן בהרבה מאורך הגל.



- א. מה מהירות ההתפשטות של הגל במים? (10 נק')
- ב. הנקודה E נמצאת בדיוק מול הסדק C ובמרחק 16cm ממנו. הנקודה D נמצאת על האנך האמצעי לקטע BC ובמרחק 16cm ממנו. לגבי כל אחת מן הנקודות D ו-E ציין, אם היא נקודת צומת, נקודת שיא או נקודה אחרת של תבנית התאבכות הגלים. הסבר. (10 נק')
- ג. מזיזים את הלשונית A 6cm ימינה והיא עתה מול הפתח C :
 (1) ענה על סעיף ב' בתנאים החדשים. (10 נק')
 (2) מגדילים פי 2 את תדירות הלשונית. מה יתקבל בנק' E? (10 נק')
- ד. סותמים את הפתח B (כשהלשונית עדיין מול הפתח C). איזו תבנית תתקבל? מה יתקבל בנקודה E (נקודת צומת, נקודת שיא או נקודה אחרת)? הסבר. (10 נק')

בתרשים א' מתוארת שפופרת ליצירת קרני X. זו שפופרת ריק שבה שתי אלקטרודות, קטודה מחוממת, ואנודה עם כנפי קירור, המותקנת בזווית. מאיצים אלקטרונים בשפופרת, במתח של $20,000\text{ V}$. העקום שבתרשים ב' מתאר את העוצמה היחסית של הקרינה הנפלטת כפונקציה של אורך הגל.



- א. (1) מדוע משתמשים בשפופרת ריק? (5 נק')
- (2) מדוע יש צורך בכנפי קירור באנודה? (5 נק')
- (3) מדוע האנודה מותקנת בזווית? (5 נק')
- ב. (1) מה גורם להיווצרות קרינה בשפופרת זו? הסבר. (5 נק')
- (2) מה קובע את אורך הגל וכושר החדירה של הקרינה? (5 נק')
- (3) חשב את אורך הגל המינימאלי של הפוטונים הנפלטים מהאנודה. (5 נק')
- ג. (1) חשב את הגבול העליון לתדירות. (5 נק')
- (2) כיצד ניתן להבחין בין אלומת אלקטרונים בעלי מהירות גבוהה לאלומת פוטונים, אם אורך הגל שלהם שווה? (5 נק')
- ד. העתק למחברתך את תרשים ב', והוסף בו סרטוט מקורב של העקום שהיה מתקבל, אילו התדירות המרבית של הקרינה הייתה $\nu = 9.68 \cdot 10^{18}\text{ Hz}$, כך שיבלטו ההבדלים בין שני העקומים.

על- פי מודל בוהר, האנרגיה של האלקטרון באטום מימן נתונה בנוסחה:



$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

רמה	אנרגיה ב- eV
00	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

א. מהן ההנחות העומדות בבסיס מודל בוהר? (3 נק')

ב. אטום מימן בולע פוטון, וכתוצאה מכך עובר ממצב היסוד לרמה הראשונה המעוררת.

(1) מהי האנרגיה של הפוטון? (3 נק')

(2) מהו אורך הגל שפולט אטום המימן המעורר, כשחוזר לרמת היסוד? (3 נק')

ג. סדרת בלמר מורכבת מקווים ספקטריים שאטום מימן מעורר פולט, כשהוא חוזר למצב $n=2$.

מהו אורך הגל המרבי של הקווים מהסדרה הזו? (4 נק')

ד. אטום מימן, שנמצא ברמת היסוד, בולע פוטון בעל אורך גל $\lambda = 850 \text{ \AA}$. הוכח שכתוצאה מכך האטום הופך ליוני. (4.3 נק')

ה. בבדיקת הספקטרום, הנפלט מגז מימן שעורר לרמה הרביעית, התגלו שני קווים ספקטריים בלבד. אחד הקווים הוא באורך גל של $\lambda = 1025 \text{ \AA}$. מהו אורך הגל של הקו השני? (6 נק')

תשובות – מבחן מספר 17

2

א. 0.8 m/sec

ב. נק' D - נק' שיא.
נק' E - נק' שיא.

ג. (1) נק' D - נק' צומת.
נק' E - נק' צומת.
(2) נק' E - נק' שיא.

1

א. (1) רוחק המוקד.
(2) רוחק המוקד.

ב. $1/f$

ג. 15cm


ד. (1) להרחיק מאוד את המנורה מהעדשה ולקבל את דמות הנורה על המסך. מרחק העדשה מהמסך שווה לרוחק המוקד.
(2) לקרב את הנורה לעדשה עד שהדמות נעלמת. על המסך יתקבל כתם אור. מרחק המנורה מהעדשה שווה לרוחק המוקד.

3

א. (1) בכדי שהאלקטרונים לא יתנגשו במולקולות האוויר.
(2) למניעת היתוך האנודה מהחום הנוצר עקב התנגשות האלקטרונים. (99% מאנרגיית האלקטרונים נהפכת לחום)
(3) כדי שניתן יהיה להשתמש בקרינה הנפלטת ממנה ויוצאת דרך הזכוכית.

ב. (1) אלומת אלקטרונים מואצת ע"י הפרש פוטנציאלים אל האנודה שעשויה ממתכת, ובעת ההתנגשות הם מואטים באופן חד. מטען שמואט לפי התיאוריה הקלאסית מקרין קרינה אלקטרומגנטית.
(2) מתח האצת האלקטרונים.
(3) 0.62A° פוטונים

ג. (1) $4.82 \cdot 10^{18} \text{hz}$
(2) העברת האלומות דרך שדה חשמלי או מגנטי תגרום לסטיית אלומת האלקטרונים.
ד. $V=40000\text{V}$



ה. 18787.8A°

4

א. (1) אלקטרון נע במסלול מעגלי סביב הגרעין.
(2) יש רדיוסים מסוימים בהם האלקטרון יכול להמצא. במסלולים אלה האנרגיה שלו קבועה.
(3) ירידה ברמות אנרגיה מלווה בפליטת פוטון עם אנרגיה השווה להפרש שבין הרמות.

ב. (1) 10.2ev
(2) 1215.6A°

ג. 6560.8A°

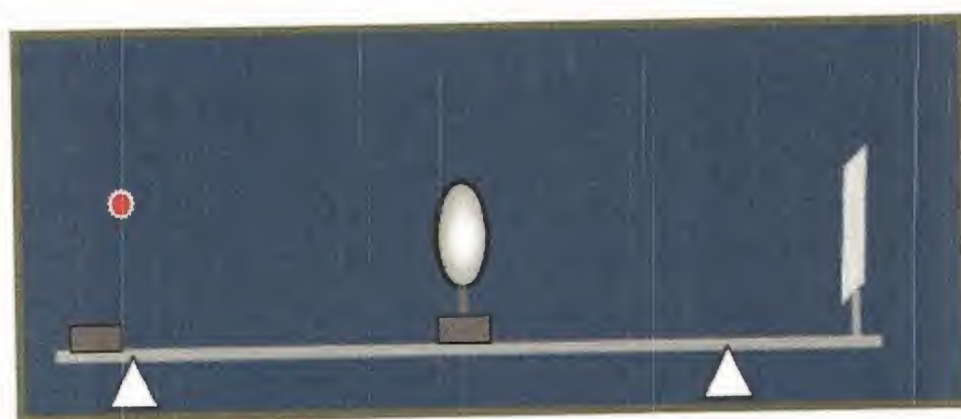
ד. אנרגיית הקשר $E=14.58 > 13.6$

מבחן מספר 18

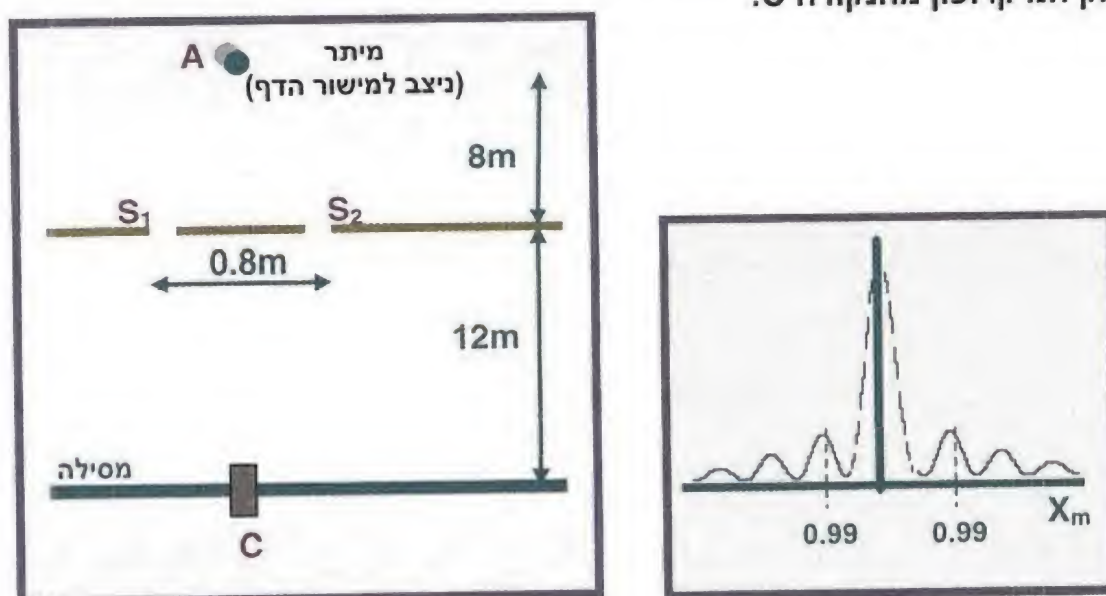
1 נר שגובהו 10 cm מוצב במרחק של 50 cm מעדשה שמרחק המוקד שלה 30 cm. (ראה תרשים).



- א. היכן יש להציב מסך כך, שתתקבל עליו דמות חדה של הנר? (10 נק')
- ב. סרטט מהלך קרניים, המתאר את יצירת הדמות על-ידי העדשה. (10 נק')
- ג. באיזה מקום אחר ניתן להציב את העדשה כך, שהנר יישאר במקומו ותתקבל דמות חדה, באותו המקום שהתקבלה הדמות הראשונה? מהו גודל הדמות שהתקבלה? (15 נק')
- ד. שרטט מהלך קרניים, המתאר את יצירת הדמות על-ידי העדשה, ומצא מהו יחס ההגדלות בין שני המצבים. (8 נק')
- ה. מוציאים את הנר, ובמקום בו היה ראש הנר מציבים מקור אור נקודתי במרחק 50 cm מהעדשה. מציבים מסך במרחק 50 cm מצידה הימני של העדשה. מהו שטח כתם האור הנוצר על המסך? (12 נק')



לצורך מדידת מהירות הקול באוויר, תלמיד בנה את המערכת המתוארת בתרשים. המערכת כוללת מיתר, המתנודד בתדירות של 5000 Hz . במרחק 8 m מן המיתר עומדת מחיצה ובה שני סדקים צרים S_1 ו- S_2 , שהמרחק ביניהם 80 cm . מסילה שעליה מותקן מיקרופון קטן ורגיש עומדת במקביל למחיצה ובמרחק 12 m ממנה. המיקרופון יכול לנוע לאורך המסילה ונמצא בתחילה בנקודת האמצע C . תלמיד מסיע את המיקרופון לאורך המסילה ומגלה משני עברי הנקודה C נקודות שבהן עוצמת הקול היא מינימלית. התלמיד סרטט גרף מקורב של עוצמת הקול הנקלט על-ידי המיקרופון כפונקציה של מרחק המיקרופון מהנקודה C .



א. חשב בעזרת הגרף ובעזרת נתוני השאלה בלבד את אורך הגל של גלי הקול. (10 נק')

ב. חשב את מהירות הקול באוויר. (10 נק')

ג. מזיזים את המיתר כך, שיימצא בדיוק מול הפתח S_2 . האם ישתנו מיקומי המקסימום והמינימום שהתקבלו בגרף? נמק. (6 נק')

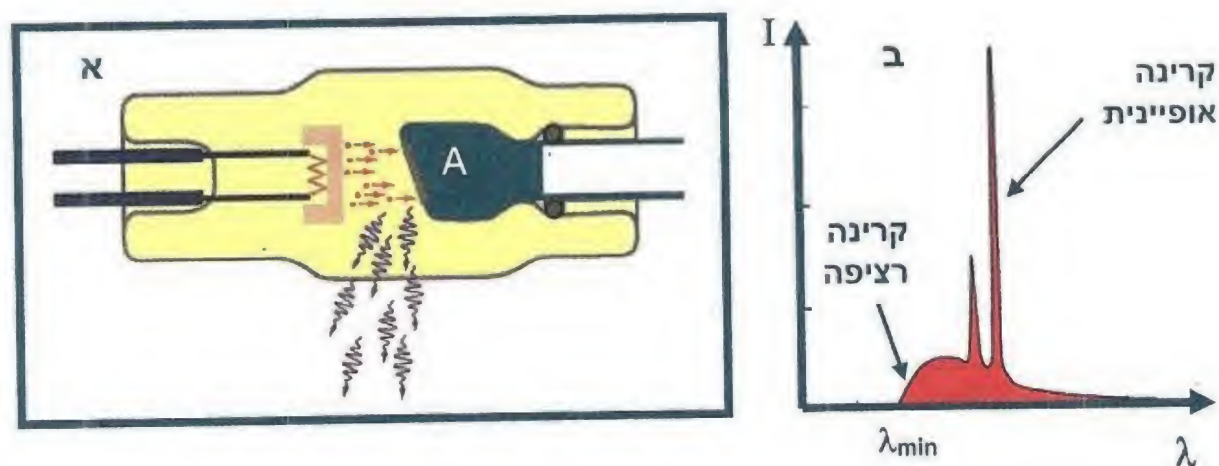
ד. במקום שני הסדקים הצרים, פותח התלמיד מול המיתר סדק אחד ברוחב של $w=d=0.8 \text{ m}$. (המיתר נמצא במקומו ההתחלתי) סרטט גרף מקורב של עוצמת הקול, הנקלט על-ידי המיקרופון כפונקציה של מרחק המיקרופון מהנקודה C . סמן על הגרף את הנקודה C ואת ערכי מרחק הנקודות הראשונות משני עברי הנקודה C , שבהן עוצמת הקול היא מינימלית. (12 נק')

ה. התלמיד מתבונן במיתר המתנודד בתדירות של 5000 Hz ומגלה, כי נוצר בו גל עומד בעל 7 נקודות צומת (חוץ משני הקצוות הקשורים).

(1) חשב את מהירות התפשטות הגלים במיתר, אם אורכו 30 cm . (8 נק')

(2) האם יש להגדיל את תדירות התנודות של המיתר או להקטינה, בכדי שיווצר גל עומד בעל 11 נקודות צומת (חוץ משני הקצוות הקשורים)? נמק. (4 נק')

בתרשים א' מתוארת שפופרת ליצירת קרני X. מאיצים אלקטרונים בשפופרת במתח V בין האנודה ובין הקטודה. העקום בתרשים ב' מתאר את העוצמה היחסית של הקרינה, הנפלטת כפונקציה של אורך הגל.



מהעקום שהתקבל ניתן להבחין בשלושה מאפיינים חשובים:

- 1) קיים אורך גל קצר ביותר בקרינה הנפלטת מהשפופרת.
- 2) קיים ספקטרום רציף.
- 3) קיימת קרינה אופיינית, המופיעה כקפיצה פתאומית בעוצמה.

- א. הסבר את הקרינה הרציפה על-ידי התיאוריה הגלית של האור. (10 נק')
- ב. הסבר את קיומו של אורך גל קצר ביותר בקרינה, הנפלטת מהשפופרת, בהתבסס על הרעיון שלאור יש אופי חלקיקי. (10 נק')
- ג. האם את הקרינה האופיינית ניתן להסביר על-ידי התיאוריה הגלית של האור? הסבר. (10 נק')
- ד. חשב את הפרש הפוטנציאלים בין האנודה ובין הקטודה, הפולטת אלקטרונים אם $\lambda_{\min} = 0.49 \text{ \AA}$. (10 נק')
- ה. מצא את המהירות המקסימלית ואת האנרגיה הקינטית המקסימלית (ב-eV) של האלקטרונים. (10 נק')

תרשים א' מתאר אלקטרוסקופ מבודד לא טעון שעליו מונח לוח אבץ.
תרשימים ב' ו- ג' מתארים אלקטרוסקופ מבודד טעון.



כאשר מקרינים על לוח א' אור אולטרא סגול, האלקטרוסקופ נטען.
כאשר מקרינים על לוח ב' אור אולטרא סגול, האלקטרוסקופ תחילה מתפרק ואח"כ נטען.
כאשר מקרינים על לוח ג' אור אולטרא סגול, האלקטרוסקופ נשאר טעון.

א. הסבר מדוע לוח א' נטען כאשר הקרינה פוגעת בו, ובאיזה סוג מטען הוא נטען (חיובי או שלילי). (10 נק')

ב. הסבר באיזה סוג מטען היה טעון לוח ב', ומדוע תחילה הוא מתפרק כשהקרינה פוגעת בו, ואח"כ הוא שוב נטען. (10 נק')

ג. הסבר באיזה סוג מטען היה טעון לוח ג', ומדוע הוא אינו מתפרק, כשהקרינה פוגעת בו. (10 נק')

ד. פונקציית העבודה של אבץ היא $B=3.2 \text{ eV}$, ואורך הגל של האור האולטרא סגול שהוקרן על לוח א' הוא $\lambda=2000 \text{ \AA}$.

(1) מהי האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים מהמשטח? (8 נק')

(2) מהו אורך הגל המקסימלי הדרוש לעקירתם? (6 נק')

(3) מהי תדירות הסף של המתכת? (6 נק')

תשובות – מבחן מספר 18

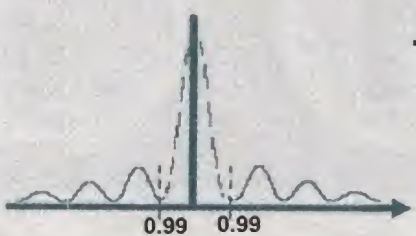
2

א. $\lambda = 0.066 \text{ m}$

ב. $V = 330 \text{ m/sec}$

ג. כן, המקסימום המרכזי יוזז שמאלה וכך שאר התבנית.

ד.



ה. 375 m/sec (1)

(2) להגדיל

1

א. $V = 75 \text{ cm}$

ג. במרחק 75 cm מהנר. 6.66 cm

ד. 2.27

ה. 8.726 סמ"ר

3

א. נגרם בגלל תאוצה של האלקטרונים הפוגעים במתכת. כל מטען חשמלי בתאוצה מקרין קרינה אלקטרומגנטית רציפה.

ב. אלקטרון אחד מוסר את האנרגיה שלו לפוטון אחד.

ג. לא, מתקבלת עקב שינוי במצב האנרגטי של אטום מעורר.

ד. 25306 V

ה. 25306 eV , $94.3 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$

4

א. לאור האולטרא סגול אנרגיה גדולה יותר מאנרגיית הקשר של האבץ. הלוח נטען במטען חיובי. (האלקטרונים נעקרים).

ב. תחילה טעון שלילי. כשאלקטרונים נעקרו הוא נטען במטען חיובי.

ג. טעון במטען חיובי, האלקטרונים הנעקרים אינם יכולים להתרחק.

ד. (1) $4.8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

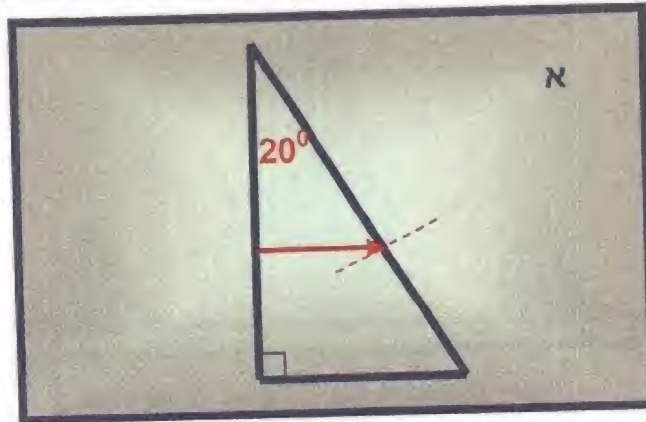
(2) 3875 Å

(3) $f_0 = 7.74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

מבחן מספר 19

1

אלומת אור נכנסת למנסרה משולשת ישרת זווית כך, שהיא ממשיכה בדרכה אל הדופן השני במקביל לבסיס המנסרה (ראה תרשים א'). פאות המנסרה יוצרות ביניהן זווית בת 20° , ומקדם השבירה של המנסרה הוא $n=1.5$.



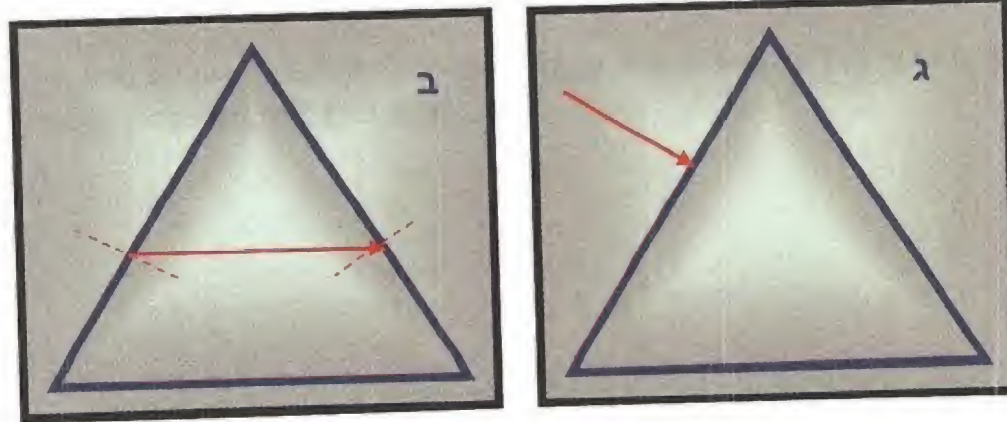
א. (1) מהי זווית הפגיעה בדופן הראשונה, ומהי זווית השבירה באוויר? הסבר. (10 נק')

(2) באיזו זווית סטה האור כתוצאה ממעברו דרך המנסרה? (5 נק')

לווה את תשובותיך בעזרת תרשים, שיציג את הזוויות שחושבו ואת מהלך קרני האור.

ב. מהי הזווית המרבית האפשרית בין פאות המנסרה, שעדיין תאפשר שבירה של האור אל האוויר? (10 נק')

ג. לוקחים מנסרה משולשת שוות צלעות ($n=1.5$). אלומת אור הנכנסת למנסרה שוב נעה אל הדופן השני במקביל לבסיס המנסרה. (ראה תרשים ב').



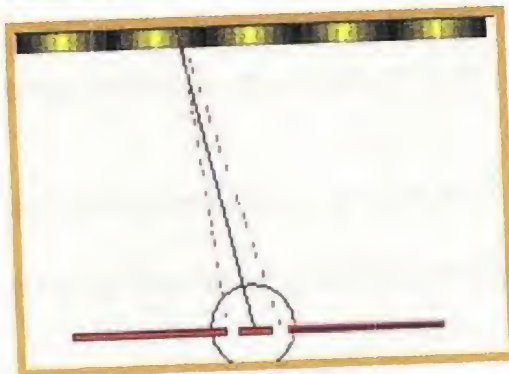
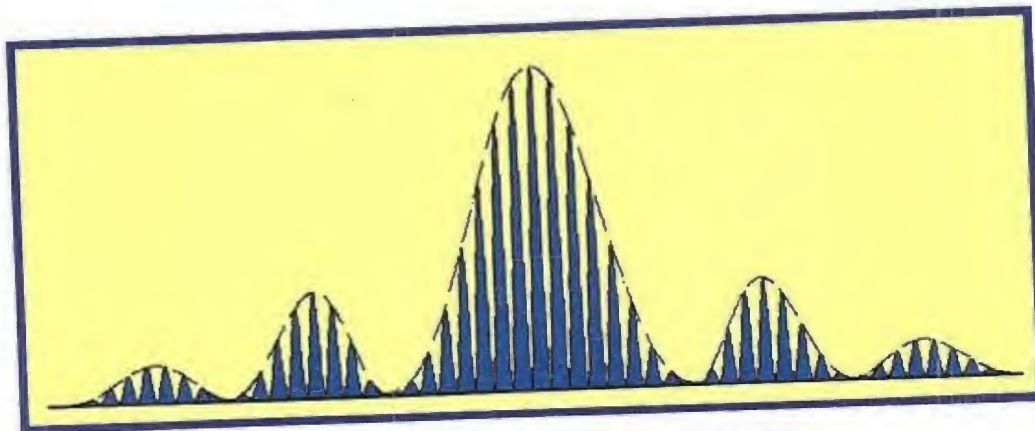
(1) מהי זווית הפגיעה בדופן הראשונה, ומהי זווית השבירה באוויר? (10 נק')

(2) באיזו זווית סטה האור כתוצאה ממעברו דרך המנסרה? (5 נק')

לווה את תשובותיך בעזרת תרשים, שיציג את הזוויות שחושבו ואת מהלך קרני האור.

ד. במידה ואלומת האור הייתה פוגעת במאונך לדופן הראשונה (ראה תרשים ג'), באיזו זווית היה האור סטה בצאתו מהמנסרה? הסבר. (10 נק')

בניסוי, שבו הקרינו אור חד- צבעי על שקופית בעלת שני סדקים זהים, נוצרה תבנית, המאחדת בתוכה את הקווים האופייניים לתבנית עקיפה בסדק יחיד, ואת הקווים האופייניים לתבנית התאבכות בשני סדקים.



- א. הוכח שמספר הפסים הבהירים באזור המרכזי נתון בביטוי $n = \frac{2d}{w}$. (10 נק')
- ב. מה מספר הפסים הבהירים המתקבלים באזור המרכזי של תבנית העקיפה אם המרחק בין הסדקים הוא 0.22mm ורוחב כל סדק הוא 0.08mm ? (10 נק')
- ג. סוגרים את אחד הסדקים והאלומה פוגעת, לאחר מעברה דרך הסדק, במסך הנמצא במרחק $L=1.5\text{m}$ מהשקופית.

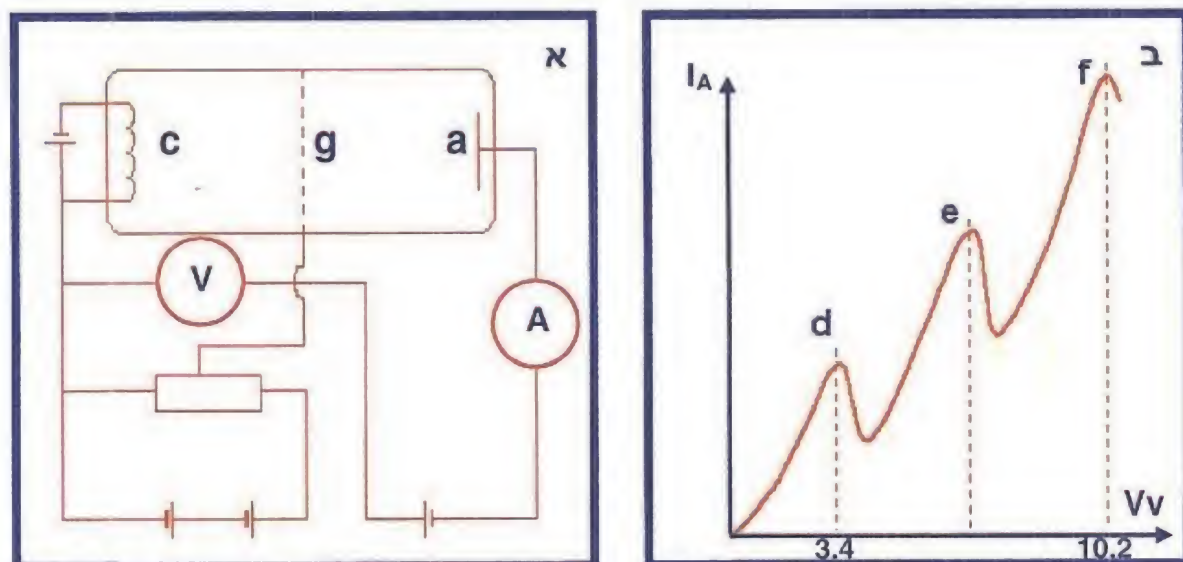


1) מהו אורך הגל של אלומת האור, אם על המסך נוצרת תבנית עקיפה, שהמקסימום המרכזי בה הוא ברוחב של 1.875cm ? (10 נק')

2) מהו הרוחב הזוויתי של פס האור הראשון מחוץ למרכז? (10 נק')

ד. מחליפים את השקופית בסריג, ומעבירים את האלומה דרך הסריג. מתקבלים כתמי אור בהירים שהמרחק בין כל שני כתמי אור סמוכים הוא 37.5cm . מצא את קבוע הסריג. (10 נק')

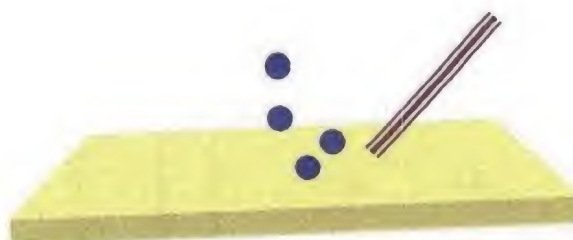
תרשים א' מתאר מערכת לביצוע ניסוי דמוי פרנק-הרץ. בשפופרת שבתוכה גז מימן חד-אטומי נמצאים: קטודה מחוממת c, סריג g, ואנודה a. מדדו את הזרם בשפופרת כפונקציה של המתח המאיץ, ותוצאות המדידות שהתקבלו מוצגות בתרשים ב'.



- א. מדוע הזרם מתחיל לרדת כאשר המתח המאיץ הוא 3.4 v ? (10 נק')
 - ב. מהו הערך של המתח בנק' e? הסבר. (10 נק')
 - ג. המתח בנק' f הוא שלוש פעמים המתח בנק' d. האם הסיבה לכך היא שאלקטרון מתנגש התנגשות לא אלסטית שלוש פעמים לאורך מסלולו, או בגלל שאטום המימן עורר לרמה $n=3$? הסבר. (10 נק')
 - ד. במצב בו מד המתח מורה 18V:
- (1) מה המספר המרבי של התנגשויות לא אלסטיות שיכול אלקטרון לבצע? הסבר. (5 נק')
 - (2) מה אורך הגל (או אורכי הגל) של הקרינה הנפלטת מאטומי המימן? (5 נק')
- ה. ענה על סעיף ד' במצב בו מד המתח מורה 3V.

4

מקרינים מתכת מסוימת באלומות קרינה מונוכרומטיות בזו אחר זו. בכל פעם מודדים את האנרגיה הקינטית של האלקטרונים שנעקרים מהמתכת.



להלן תוצאות המדידות:

$E_k \text{ (ev)}$	0.5	1	1.25	1.6	2.1	3
$V_{\text{Hz}} \cdot 10^{14}$	5.5	7	7.4	8.2	9.6	11

א. סרטט גרף של האנרגיה הקינטית (ביחידות ev) כפונקציה של התדירות. (10 נק')

ב. בהתבסס על הגרף מצא את:

(1) פונקציית העבודה של המתכת. (5 נק')

(2) תדירות הסף של המתכת. (5 נק')

(3) קבוע פלנק. (5 נק')

ג. באילו גדלים תלויה האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים? (8 נק')

ד. כאשר אורך הגל של האור הפוגע במתכת הוא 4000 \AA - מהו אורך הגל דה ברויי של האלקטרונים הנפלטים מהמתכת? (10 נק')

ה. מחליפים את התא בתא אחר שיש לו פונקציית עבודה קטנה פי 2. האם יחול שינוי:

(1) בתדירות הסף? נמק. (4 נק')

(2) בשיפוע הגרף? נמק. (3 נק')

תשובות – מבחן מספר 19

2

ב. 5

ג. 1 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$
2 0.358°

ד. $N^* = 500000 \text{ 1/m}$

1

א. 1 $0^\circ, 30.86^\circ$
2 10.86°

ב. 41.81°

ג. 1 $48.59^\circ, 48.59^\circ$
2 37.18°

ד. 60°

3

א. כתוצאה מהתנגשות אי-אלסטית בין האלקטרונים לאטום הגז, האלקטרונים מוסרים את כל האנרגיה הקינטית שלהם, ואינם מסוגלים להגיע לאנודה. אטום המימן יעורר מרמת היסוד לרמה השניה שלו. הפרש רמות זה שווה ל- 3.4 eV .

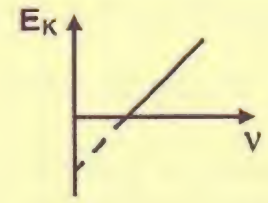
ב. 6.8 V . כל אלקטרון מפסיד את האנרגיה הקינטית שצבר בשתי התנגשויות, עם שני אטומי מימן.

ג. התנגשות לא אלסטית 3 פעמים.

ד. 1) 5 התנגשויות. 2) $\lambda = 3647 \text{ \AA}$.

ה. כאשר המתח 3 V האטום אינו מעורר, ולכן לא תפלט קרינה. ההתנגשויות אלסטיות בלבד.

א. 4



ב. 1) 2 eV
2) $4.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
3) $7.27 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{sec}$

ג. בתדירות האור הפוגע ובסוג המתכת.

ד. $\lambda = 11.35 \text{ \AA}$

ה. 1) כן, תקטן פי 2.
2) לא ישתנה.

מבחן מספר 20

עצם ניצב במרחק של 6.25cm מעדשה מרכזת. במרחק של 25cm מהעדשה (באותו צד של העצם) מתקבלת דמות ברורה של העצם.

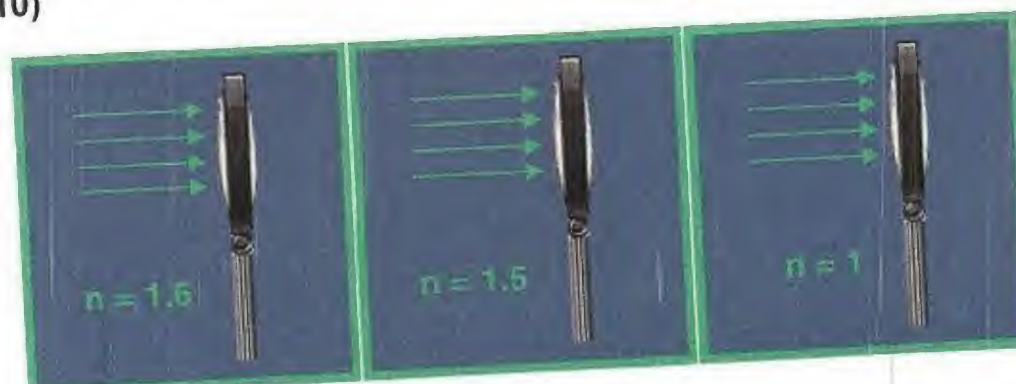
1



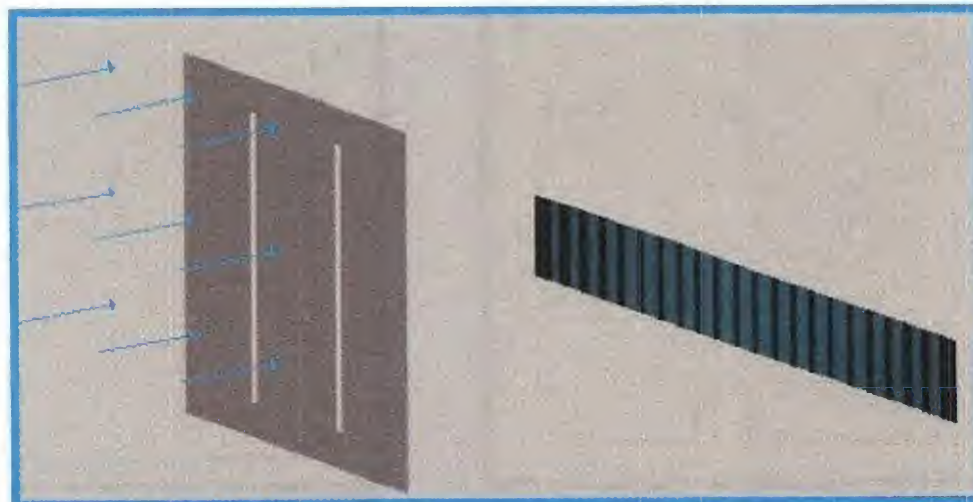
- חשב את ההגדלה הקוויתואת מרחק המוקד של העדשה. (10 נק')
- ערוך תרשים של היווצרות דמות העצם, ותחום את האזור שממנו ניתן לראות את ראש הדמות (שדה הראייה שבו אפשר לצפות בדמות של ראש העצם). (10 נק')
- האדם מתבונן באמצעות אותה העדשה באותו העצם, אך עתה מתקבלת הדמות על מסך, כשהיא מוגדלת פי 4.



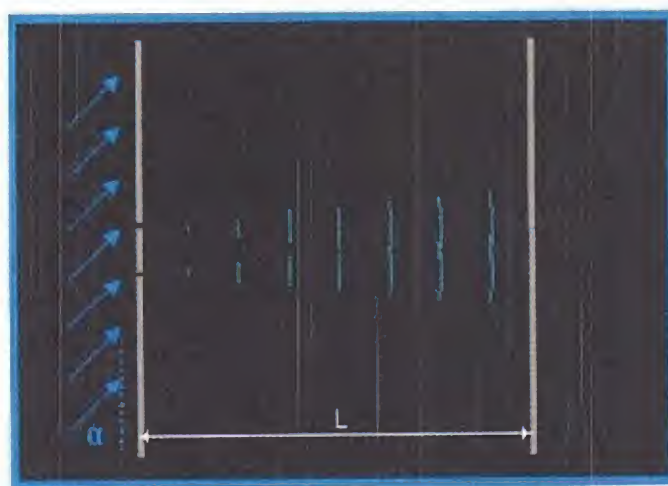
- חשב את מיקום העדשה והמסך יחסית לעצם. (10 נק')
- ערוך בקנה מידה הנוח לך תרשים של היווצרות דמות העצם. (10 נק')
- מקדם השבירה של החומר ממנו עשויה העדשה הוא $n=1.5$. סרטט את מהלך אלומת אור מקבילה הפוגעת בעדשה, לאחר צאתה מהעדשה, כשהעדשה נמצאת בחומר בעל מקדם שבירה;



אלומת אור מונוכרומטי פוגעת בניצב לשקופית, שבה שני סדקים צרים מאוד, הנמצאים במרחק $d=2\text{mm}$ זה מזה. תבנית ההתאבכות מתקבלת על מסך מישורי המקביל למישור הסדקים ונמצא במרחק 3m מהסדקים. מהסדקים נמצא כי הפס הבהיר הרביעי נמצא במרחק 3.2mm מהפס הבהיר המרכזי.



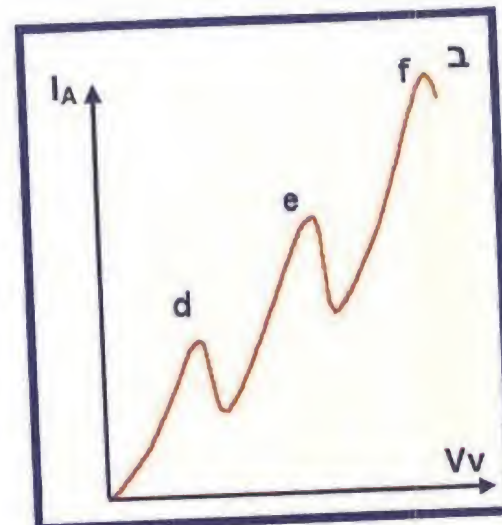
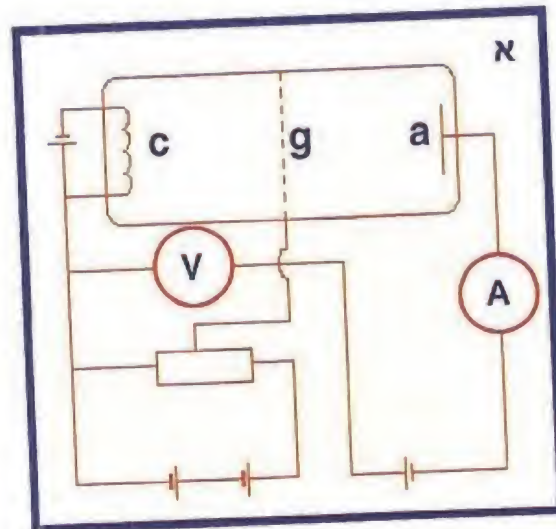
- א. מהו אורך הגל של האור הפוגע בסדקים? (12 נק')
- ב. מהי הזווית אל הפס הבהיר הרביעי? (8 נק')
- ג. כמה פסים בהירים נראים בתמונת ההתאבכות? (8 נק')
- ד. אותה אלומת אור פוגעת עתה בסדקים, כך שנוצרת זווית $\alpha=5^\circ$ בין כיוון האלומה והניצב למישור הסדקים.



- 1) באיזה מרחק מהנק' O מתקבל הפס הבהיר המרכזי של תבנית ההתאבכות? (12 נק')
- 2) האם מספר הפסים הבהירים שנראים בתבנית ההתאבכות הפעם יגדל, יקטן או לא ישתנה בהשוואה לזה שהתקבל בסעיף ג'? נמק. (10 נק')

3

בתרשים א' מתוארת שפופרת לביצוע ניסוי פרנק-הרץ. מדדו את הזרם בשפופרת כפונקציה של המתח המאיץ, ותוצאות המדידות שהתקבלו מוצגות בתרשים ב':



- א. כאשר מציבים גלאי סמוך לשפופרת, מגלים כי נפלטת ממנה קרינה אלקטרומגנטית שתדירותה: $\nu = 1.18 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. מהו ההפרש בין רמות האנרגיה של אטומי הכספית? (10 נק')
- ב. מהו הערך של המתח בנקודות d ו-e? הסבר. (10 נק')
- ג. תאר והסבר את התנועה של אלקטרון היוצא מהקטודה עד שהוא מגיע לאנודה, כאשר המתח המאיץ קטן מהערך של המתח בנקודה d. (10 נק')
- ד. (1) הסבר מדוע הערך של הזרם אינו מגיע לאפס בין נקודות השיא. (7 נק')
(2) הסבר מדוע יש ירידות בעוצמת הזרם. (7 נק')
- ה. בניסויים אחרים מצאו, שאטומי הכספית מסוגלים "לבלוע" אנרגיה גם במנות אחרות מאלו שהתקבלו בגרף, כגון 6.7 eV , 8.8 eV , וכד'. על מה מעיד הדבר? הסבר. (6 נק')

א. (1) תאר את הניסויים והשיקולים המביאים למסקנה כי אטום מורכב מגרעין טעון חיובית ואלקטרונים המצויים סביבו. (8 נק')

(2) כיצד מגיעים להערכת מימדי האטום? (8 נק')

ב. גרעין האטום קטן מאוד. מהעובדה, שנמצאים בגרעין פרוטונים שפועל ביניהם כוח דחייה עצום. אפשר להסיק שיש גם כוח משיכה המלכד את הנוקלאונים בגרעין.

(1) מה אפשר להסיק לגבי טווח פעולתו של כוח זה? (5 נק')

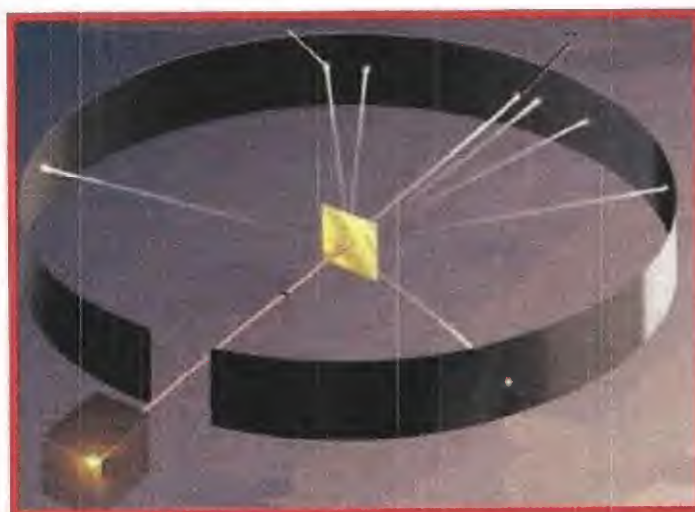
(2) מדוע בגרעינים גדולים (המכילים מעל 210 נוקלאונים) מתרחשת התפרקות α ? (5 נק')

(3) מה הקשר בין כוח זה ליציבות הגרעין? (15 נק')

ג. בניסוי רתפורד הופצץ חנקן ${}^{14}_7N$ בחלקיקי α בעל אנרגיה קינטית של 1.155 MeV.

עד לאיזה מרחק מינימלי חלקיק ה- α התקרב אל הגרעין? (הנח שגרעין החנקן נשאר קבוע במקומו). (10 נק')

ד. אם כתוצאה מהפצצת החנקן ${}^{14}_7N$ בחלקיקי α , 4_2H , התקבל חמצן O ופרוטון P, רשום את הנוסחה של הריאקציה. (9 נק')




תשובות – מבחן מספר 20

1

א. 8.33cm , -4

ג. $u=10.41\text{cm}$, $v=41.66\text{cm}$

ד.



2

א. 5333.3\AA

ב. 0.061°

ג. 7501

ד. (1) 0.262m

(2) לא ישתנה, תלוי ב- λ וב- d .

3

א. 4.9ev

ב. 9.8V , 4.9V

ג. האלקטרון מתנגש התנגשויות אלסטיות באטומי הכספית ואינו מאבד אנרגיה. חלק מהאלקטרונים אינם מתנגשים כלל ומגיעים לאנודה.

ד. (1) חלק מהאלקטרונים אינם מתנגשים, ולחלק אחר של אלקטרונים שהתנגשו באטומי הכספית נותרה מספיק אנרגיה בכדי להגיע לאנודה.

(2) האלקטרונים מוסרים את האנרגיה הקינטית שלהם לאטומי הכספית כתוצאה מהתנגשויות אי-אלסטיות.

ה. על הימצאותן של רמות אנרגיה נוספות באטום הכספית.

4

א. (1) ניסוי רותרפורד (מימדי הגרעין) (2) הנחות בוהר (מימדי האטום)

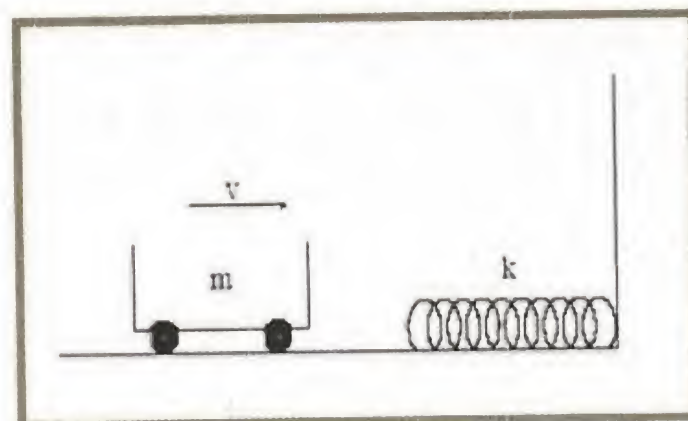
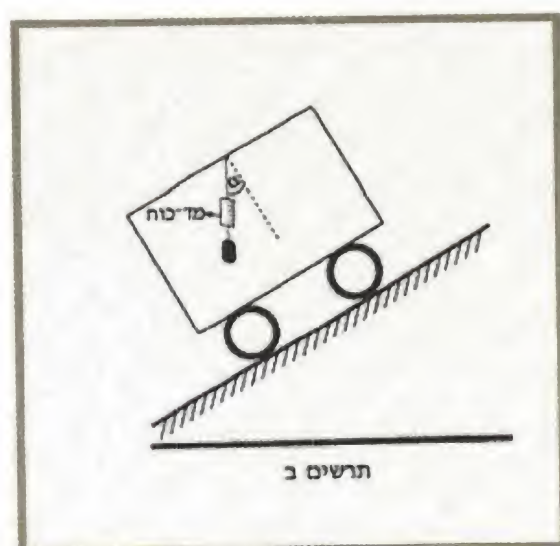
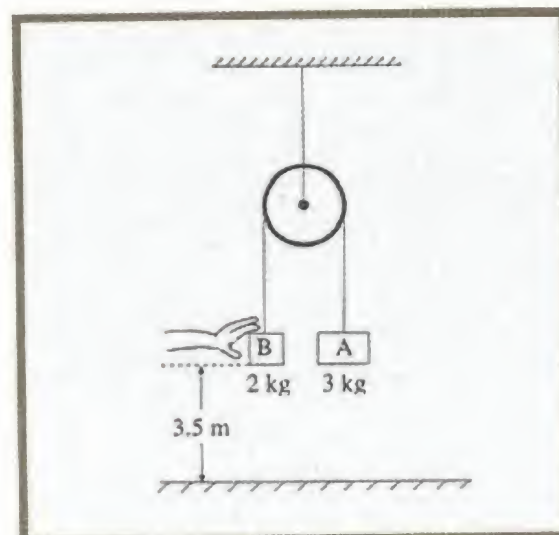
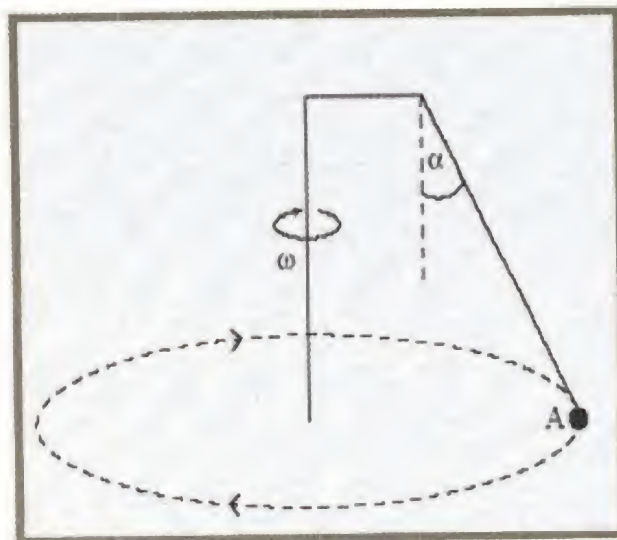
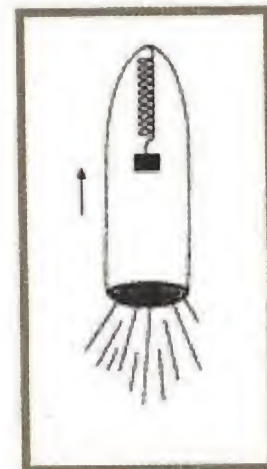
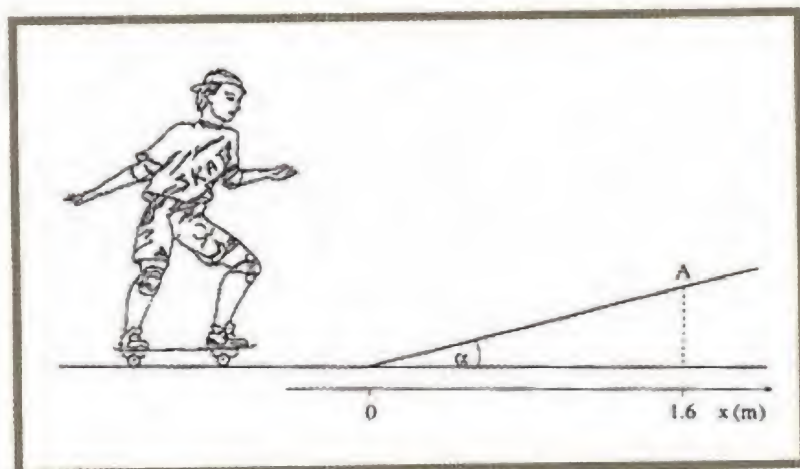
ב. (1) קצר טווח.

(2,3) הגרעינים הם גדולים, והכוחות הגרעיניים קצרי הטווח הפועלים בין הנוקלאונים מתגברים בקושי על כוחות הדחייה החשמליים ארוכי הטווח בין הפרוטונים. ההתפרקות מתרחשת כדי להקטיןם, וכך להגביר את יציבותם.

ג. $R=1.745 \cdot 10^{-4}\text{\AA}$

ד. ${}_2^4\text{H} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_8^{17}\text{O}$

מבחני בגרות במכניקה 1991-2004



... point of view ...



מבחן בגרות מכניקה - 1991

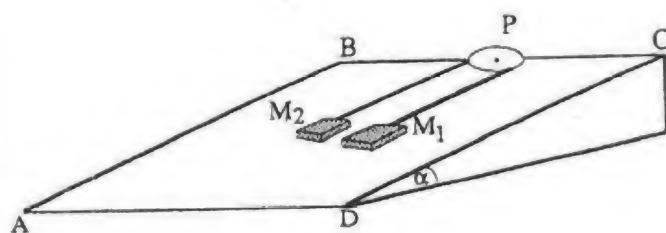
פיסיקה, קיץ תשנ"א, מס' 917531 + נספח

- 2 -

ה ש א ל ו ת

עליך לענות על שלוש מתוך חמש השאלות 1-5 (לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. גוף שמסתו $M_1 = 3 \text{ kg}$



קשור באמצעות חוט הכרוך

סביב גלגלת P, לגוף שמסתו

$M_2 = 2 \text{ kg}$. שני הגופים

משוחררים ממצב מנוחה

על-פני לוח מלבני חלק ABCD

הנטוי בזווית $\alpha = 30^\circ$ למישור האופקי (ראה תרשים).

הגלגלת והחוטים מקבילים לצלע AB של הלוח המלבני, ומסת הגלגלת ניתנת להזנחה.

א. חשב את תאוצת הגוף שמסתו M_2 . (2 נקודות)

ב. חשב את המתיחות בחוט המקשר בין הגופים. (2 נקודות)

ג. שנייה אחת לאחר שחרור הגופים נקרע החוט.

(1) תאר את תנועת הגוף M_1 ואת תנועת הגוף M_2 לאחר קריעת החוט.

התייחס בתשובתך לכיווני התנועה ולסוג התנועה. (5 נקודות)

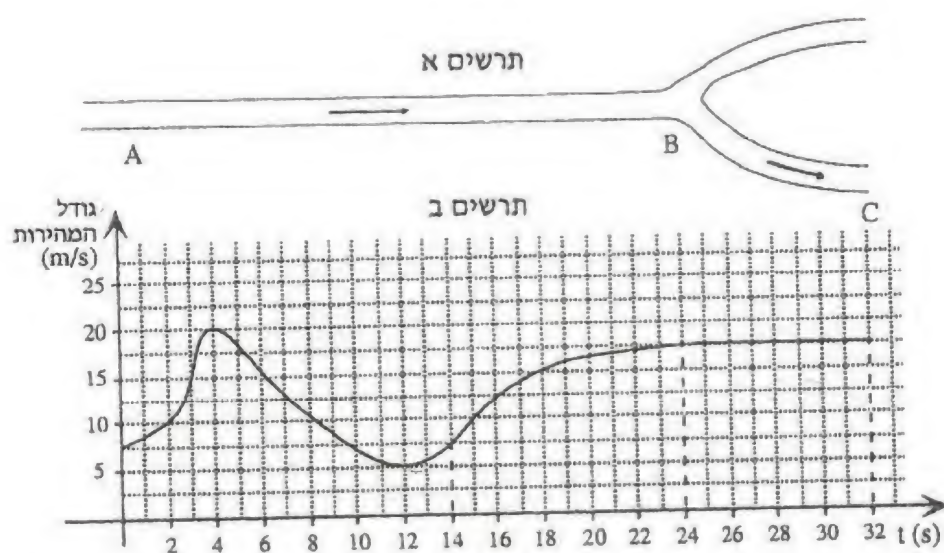
(2) האם המהירות של הגוף M_2 בהגיעו לתחתית הלוח AD תהיה גדולה מהמהירות

של הגוף M_1 בהגיעו לתחתית הלוח, שווה לה או קטנה ממנה? נמק.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

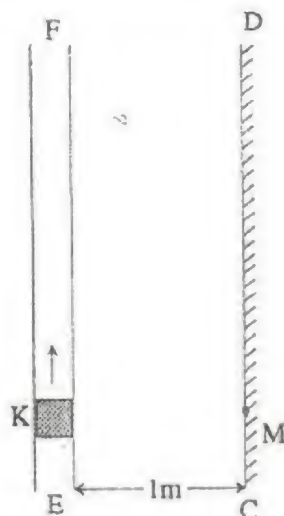
/המשך בעמוד 3/

2. מכונית הנוסעת על כביש עוברת ברגע $t = 0$ בנקודה A. מנקודה A עד לנקודה B נעה המכונית על מסלול ישר. ברגע $t = 24$ s מגיעה המכונית להתפצלות בכביש (נקודה B), וממשיכה לנוע לאורך מסלול עקום עד לנקודה C, אליה היא מגיעה ברגע $t = 32$ s (ראה תרשים א). הגרף בתרשים ב מתאר את גודל המהירות של המכונית כפונקציה של הזמן.

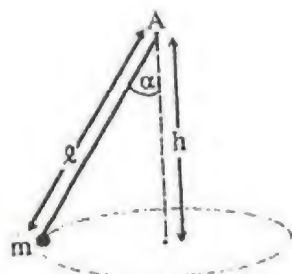


- א. מתי, במשך 24 השניות הראשונות לתנועה, מתאפסת תאוצת המכונית? הסבר. (7 נקודות)
- ב. האם הכוח השקול הפועל על המכונית מ $t = 14$ s עד $t = 24$ s קטן, קבוע או גדל כפונקציה של הזמן? נמק. (7 נקודות)
- ג. מתי, בערך, במשך 24 השניות הראשונות לתנועה, תאוצת המכונית היא מרבית? הסבר. (6 נקודות)
- ד. האם תאוצת המכונית מ $t = 24$ s עד $t = 32$ s (על פני המסלול העקום) היא אפס? הסבר. (7 נקודות)
- ה. האם הדרך, שעברה המכונית מ $t = 2$ s עד $t = 6$ s, קטנה מהדרך שעברה המכונית מ $t = 8$ s עד $t = 14$ s, גדולה ממנה או שווה לה? הסבר. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- /המשך בעמוד 4/

3. על מסילה חלקה EF, הנמצאת על רצפה אופקית, נעה קרונית K במהירות $v_1 = 0.2 \frac{m}{s}$. במקביל למסילה במרחק 1 m ממנה ניצב קיר חלק CD (ראה תרשים, מבט מלמעלה). כאשר הקרונית חולפת מול הנקודה M, נזרק מתוכה כדור בכיוון הניצב למסילה EF, במהירות $v_2 = 0.2 \frac{m}{s}$ (ביחס לקרונית). הכדור נזרק בגובה הרצפה כלפי הקיר CD, נע על-פני הרצפה החלקה, ומתנגש התנגשות אלסטית (לחלוטין) בקיר CD. הקרונית ממשיכה לנוע על המסילה EF. הזנה את המרחק בין הנקודה ממנה נזרק הכדור לבין הרצפה, ואת רוחב הקרונית.



- א. העתק את התרשים למחברתך, וסרטט בו באופן סכמטי את הצורה של מסלול תנועת הכדור עד לפגיעתו בקיר CD (ישר, פרבולה, היפרבולה, מסלול אחר). הסבר. (7 נקודות)
- ב. באיזה מרחק מהנקודה M יפגע הכדור בקיר CD? הסבר. (7 נקודות)
- ג. האם מהירות הקרונית, לאחר שהכדור נזרק ממנה, קטנה, גדלה או שאינה משתנה? הסבר. (7 נקודות)
- ד. באיזו מהירות ובאיזה כיוון יחזור הכדור מהקיר CD? חוכך בעזרת חוקי שימור. (6 נקודות)
- ה. האם הכדור והקרונית יפגשו? אם כן - היכן? אם לא - מדוע לא? (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- /המשך בעמוד 5/



4. גוף קטן שמסתו m קשור לקצה חוט שאורכו l . קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה A . הגוף נע במסלול מעגלי אופקי (ראה תרשים) בתדירות f , כאשר הזווית בין החוט לבין הכיוון האנכי היא α .
- א. ציין את כל הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו (מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו). (4 נקודות)
- ב. על-פי המשוואות של הכוחות פתח ביטוי של $\cos \alpha$ כפונקציה של אורך החוט l ושל התדירות f . (15 נקודות)
- ג. מגדילים את אורך החוט פי 2, והגוף מסתובב באותה תדירות f . האם המרחק h בין נקודת התלייה לבין מרכז מעגל התנועה (ראה תרשים) גדל, קטן או שאינו משתנה? הסבר. (9 נקודות)
- ד. האם ייתכן שהגוף ינוע במסלול מעגלי אופקי, כאשר החוט אופקי? נמק. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)
5. לוויין נע סביב כוכב במסלול מעגלי במהירות v . לוויין שני נע סביב אותו כוכב במסלול מעגלי במהירות $2v$.
- א. לאיזה מן הלוויינים רדיוס סיבוב גדול יותר? פי כמה? (10 נקודות)
- ב. לאיזה מן הלוויינים זמן מחזור גדול יותר? פי כמה? (10 נקודות)
- ג. מטאוריט פגע בלוויין הראשון בכיוון משיק לתנועתו, וגרם להכפלת מהירות הלוויין. האם יינתק הלוויין מן הכוכב? הסבר. (13 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה כמדינת ישראל.
אין להעתיק או בפרסם אלא ברשות משרד החינוך והתרבות.

מבחן בגרות מכניקה - 1992

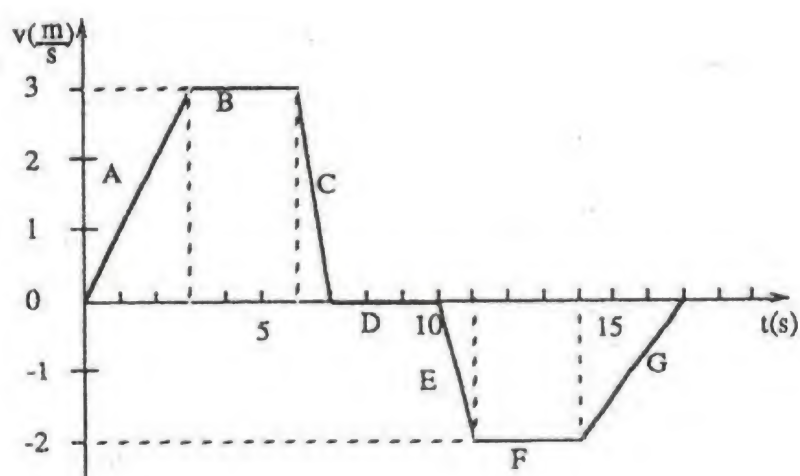
פיסיקה, סוף תשנ"ב, מס' 917531 + נספח

- 2 -

ה ש א ל ו ת

עליך לענות על שלוש מתוך חמש השאלות 1-5 (לכל שאלה - $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. הגוף שלפניך מתאר תנועת מעלית במבנה הנמצא בבנייה. מסומנים בו שבעה קטעים מ-A עד G. המעלית מתחילה את תנועתה מן הקרקע, והכיוון כלפי מעלה נבחר כחיובי.



- א. קבע בכל אחד מן הקטעים אם המעלית עולה או יורדת, ואם גודל מהירותה קבוע, גדל או קטן. (7 נקודות)
- ב. מהו הגובה המקסימלי אליו מגיעה המעלית? (8 נקודות)
- ג. באיזה גובה מעל הקרקע נמצאת המעלית בגמר תנועתה? (8 נקודות)
- ד. שק מלט מונח על מאזני קפיץ (מאזני אמבטיה) שעל רצפת המעלית. המאזניים מכילים בקילוגרמים. בקטע A של התנועה מופיע המספר 55 על צג המאזניים. מצא איזה מספר יופיע על הצג בכל אחד מהקטעים האחרים של התנועה. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 3/

2. רחפת היא כלי הנע על כרית אוויר, ומסוגל לנוע בכל כיוון. במישור אופקי ללא חיכוך. על רחפת כזו נמצא נער. הרחפת נעה בקו ישר במהירות קבועה של $3 \frac{m}{s}$. התנגדות האוויר זניחה.

א. מהרחפת נזרק כדור בכיוון אנכי כלפי מעלה במהירות $1 \frac{m}{s}$ (יחסית לרחפת), ונחת על הרחפת.

מהו המרחק על הרחפת בין הנקודה ממנה נזרק הכדור לבין הנקודה בה נחת? (8½ נקודות)

ב. הנער קופץ הצדה מן הרחפת במהירות אופקית. מהירות זו ביחס לרחפת: גודלה $4 \frac{m}{s}$, כיוונה ניצב לכיוון תנועתה המקורי של הרחפת. גובה פני הרחפת מעל הקרקע 1.25 m.

חשב את המרחק האופקי מן הנקודה שבה עזב הנער את הרחפת ועד לנקודה שבה נחת על הקרקע. (11 נקודות)

ג. מסת הרחפת היא 80 kg, ומסת הנער - 45 kg.

(1) מה הזווית בין כיוון התנועה של הרחפת, לאחר שהנער קפץ ממנה, לבין כיוונה המקורי? (7 נקודות)

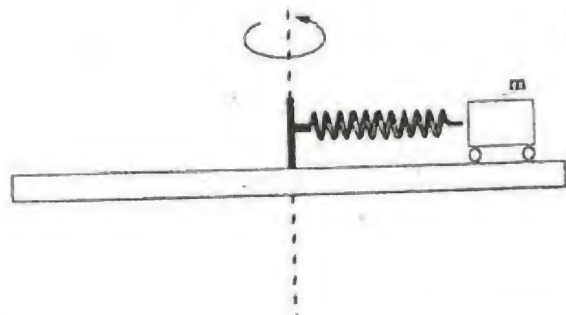
(2) מה גודל המהירות של הרחפת לאחר שהנער קפץ ממנה? (7 נקודות)

3. כדי לחקור את תלות זמן המחזור של תנועה הרמונית במסה, מבצע תלמיד את הפעולות הבאות: קושר קפיץ לִפְנֵי ותולה עליו סל. לתוך הסל הוא מכניס גלילי ברזל, שמסת כל אחד מהם היא 300 גרם, מרים את הסל מעל נקודת שיווי-המשקל ועוזב. בעזרת שעון עצר הוא מודד את הזמן הדרוש לעשרה מחזורים, ומחשב את זמן המחזור T עבור מספר גלילים משתנה בסל. להלן תוצאות מדידותיו:

מספר הגלילים	1	2	3	4	5	6
T בשניות	0.63	0.84	1.01	1.13	1.26	1.38

- א. חסבר מדוע מדד התלמיד עשרה מחזורים, אף-על-פי שיש לו שעון עצר המודד מאיות שנייה. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. ערוך גרף של T^2 כפונקציה של מספר הגלילים. (8 נקודות)
- ג. האם הקו ששרטטת עובר דרך ראשית הצירים? אם כן - מה המסקנה מכך? אם לא - איזה גודל פיסיקלי מייצגת כל אחת מנקודות החיתוך של הקו עם הצירים? (10 נקודות)
- ד. מהו הקבוע של הקפיץ? (10 נקודות)

/המשך בעמוד 5/



4. שולחן עגול מסתובב סביב ציר העובר במרכזו. עגלה נמצאת על מסילה הקבועה לאורך רדיוס השולחן, כך שהעגלה יכולה לנוע רק לאורך המסילה ללא חיכוך. העגלה קשורה לקפיץ, חקשור למרכז השולחן (ראה תרשים).

לקפיץ קבוע k , ואורכו l כאשר הוא אינו מתוח. מסובבים את השולחן בתדירות של f סיבובים לשנייה. העגלה שמסתה m מסתובבת עם השולחן במרחק r ממרכזו. התייחס לעגלה כאל גוף נקודתי.

- א. בטא את רדיוס הסיבוב r של העגלה באמצעות הנתונים שבשאלה. (7 נקודות)
 ב. האם לביטוי שמצאת בסעיף א יש משמעות פיסיקלית בכל תדירות סיבוב? נמק. (7 נקודות)

- ג. קוטר השולחן 2.5 m , האורך ההתחלתי של הקפיץ 25 cm , קבוע הקפיץ $60 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ ומסת העגלה 2.4 kg . באיזו תדירות יש לסובב את השולחן, כדי שהעגלה תיפול ממנו? ($9 \frac{1}{2}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

5. א. לווין ירד ממסלול מעגלי גבוה למסלול מעגלי נמוך סביב כדור-הארץ. האם כתוצאה מכך:
- (1) האנרגיה הקינטית של הלוויין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק. (7 נקודות)
 - (2) האנרגיה הכוללת של הלוויין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק. (7 נקודות)
- ב. מודדים את משקלו של גוף הנמצא בתוך לווין באמצעות מאזני קפיץ. כאשר הלוויין נמצא על הקרקע, מראים המאזניים 10 N . מה מראים המאזניים:
- (1) תוך כדי שילוח הלוויין, כאשר תאוצת הלוויין היא $40 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$? חסבר. (6 נקודות)
 - (2) כאשר הלוויין נע במסלול סביב כדור-הארץ, לאחר שִׁבּוּ מנועי השילוח? חסבר. (6 נקודות)
- ג. לווין מסתובב מעל קו המשווה באותו כיוון שבו מסתובב כדור-הארץ סביב צירו. זמן המחזור של הלוויין הוא 12 שעות. כל כמה זמן עובר הלוויין מעל נקודת תצפית מסוימת שעל הקרקע? חסבר. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

ב ה צ ל ח ה :

זכות היוצרים שמורה כמדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך והתרבות.

מבחן בגרות מכניקה - 1993

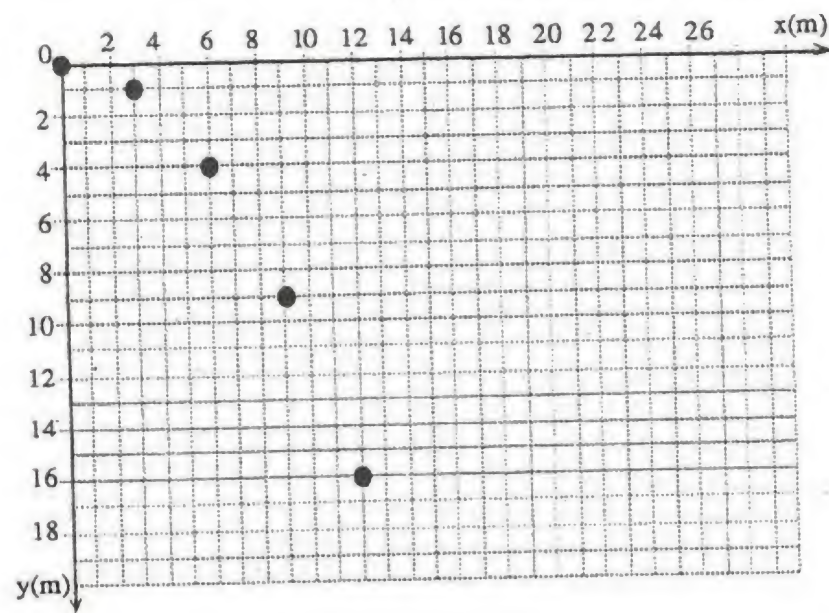
פיסיקה, קיץ תשנ"ג, מס' 917531 + נספח

- 2 -

ה ש א ל ו ת

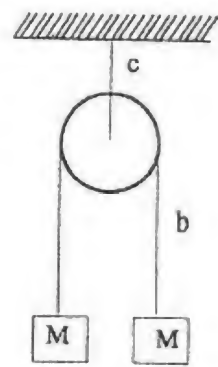
עליך לענות על שלוש מתוך חמש השאלות 1-5 (לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בניסוי שנערך על-פני כוכב לכת דמיוני, נזרק גוף א' אופקית בכיוון ציר ה- x . התרשים שלפניך מתאר את מקומו של גוף א' במישור התנועה בזמנים: $t = 0, 1s, 2s, 3s, 4s$. מישור התנועה מתואר על-ידי ציר ה- x וציר ה- y .

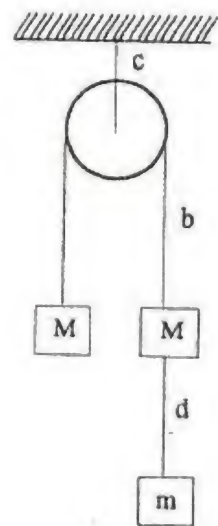


- א. (1) מצא את גודל המהירות האופקית, שבה נזרק גוף א'. (6 נקודות)
 (2) מצא את תאוצת הנפילה החופשית על-פני כוכב הלכת. (11 נקודות)
- ב. מאותה נקודה ממנה נזרק גוף א', ובאותו רגע, החל גוף ב' ליפרל חופשית, וגוף ג' נזרק אופקית בכיוון ציר ה- x במהירות התחלתית כפולה מזו של גוף א'. העתק את התרשים למחברתך, והוסף את מקומותיהם של הגופים ב' ו ג' בזמנים $t = 0, 1s, 2s, 3s, 4s$, כך שיופיעו בתרשים מקומותיהם של שלושת הגופים. (12 נקודות)
- ג. גוף נזרק אופקית. נסמן ב- \vec{v}_1 את וקטור המהירות של הגוף ברגע t_1 וב- \vec{v}_2 את וקטור המהירות של הגוף ברגע t_2 ($t_2 > t_1$). הסבר מדוע כיוון הווקטור $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ הוא כלפי מטה. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 3/



תרשים א



תרשים ב

2. שני גופים, שמסתו של כל אחד היא M , קשורים זה לזה באמצעות חוט b הכרוך סביב גלגלת. הגלגלת קשורה באמצעות חוט c אל התקרה (ראה תרשים א).

מסות החוטים b ו- c ניתנות להזנחה, וכן כוחות חיכוך כלשהם ניתנים להזנחה.

א. בטא באמצעות נתוני השאלה את:

(1) מתיחות החוט b . (4 נקודות)

(2) מתיחות החוט c . (4 נקודות)

ב. תולים על הגוף הימני גוף נוסף, שמסתו m ,

באמצעות חוט d , שמסתו אף היא זניחה

(ראה תרשים ב).

(1) הראה כי התאוצה a של הגוף,

שמסתו m , קטנה מתאוצת הנפילה

החופשית g . (15 נקודות)

(2) אדם הנמצא במעלית, היורדת

במהירות קבועה, צופה דרך חלון

שבמעלית בגוף שמסתו m .

האם תאוצת הגוף, כפי שהיא נצפית

על-ידי האדם, תהיה קטנה מהתאוצה a ,

שווה לה או גדולה ממנה (a היא התאוצה

ביחס לארץ)? הסבר. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ג. ברגע מסוים נקרע החוט d . מה סוג התנועה של הגוף הימני (שמסתו M), לאחר

שהחוט נקרע (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, אחרת)? הסבר. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

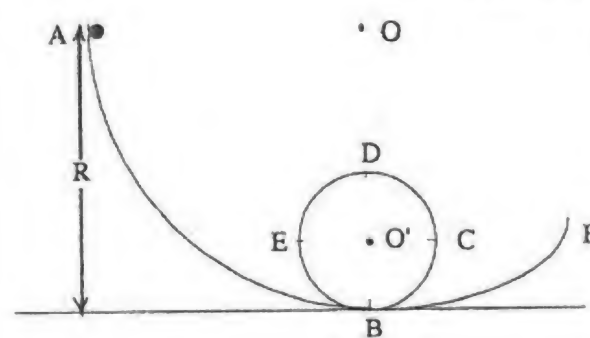
3. גוש עץ שמסתו $M = 9.98 \text{ kg}$ תלוי בקצהו של חוט שאורכו 2 m ומסתו זניחה. קליע שמסתו $m = 0.02 \text{ kg}$ פוגע אופקית בגוש העץ במהירות שגודלה $v = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ונתקע בגוש. הנח כי משך חדירת הקליע קצר מאוד וניתן להזנחה, וכי ממדי גוש העץ זניחים ביחס לאורך החוט.

- א. האם האנרגיה המכנית נשמרת בתהליך ההתנגשות? הסבר. (6 נקודות)
- ב. חשב את הגובה המרבי, שאליו מתרומם גוש העץ (עם הקליע בתוכו). (17 נקודות)
- ג. מהי העבודה, שנעשתה על-ידי המתרחות בחוט, במשך עליית גוש העץ עם הקליע עד לגובה המרבי? נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- ד. כמה זמן לוקח לגוש העץ עם הקליע להגיע לגובהו המרבי? נמק. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

4. בתרשים שלפניך מתוארת מסילה חסרת חיכוך ABCDEF. קטע המסילה AB הוא רבע מעגל

שרדיוסו R ומרכזו O. קטע המסילה BCDE הוא מעגל שרדיוסו r ומרכזו O'.
(O ו O' נמצאות על אותו קו אנכי). גוף קטן משוחרר ממנוחה בנקודה A, ונע לאורך המסילה. EC הוא קוטר אופקי של המעגל שמרכזו O'.
בטא את תשובותיך לשאלות באמצעות נתוני השאלה.



א. מהו וקטור המהירות (גודל וכיוון)

בנקודה C? (9 נקודות)

ב. מהי התאוצה הרדיאלית

בנקודה C? (8 נקודות)

(2) מהי התאוצה המשיקית

בנקודה C? (8 נקודות)

ג. חשב מה צריך להיות היחס המינימלי $\frac{R}{r}$, כדי שהגוף לא יתנתק מהמסילה

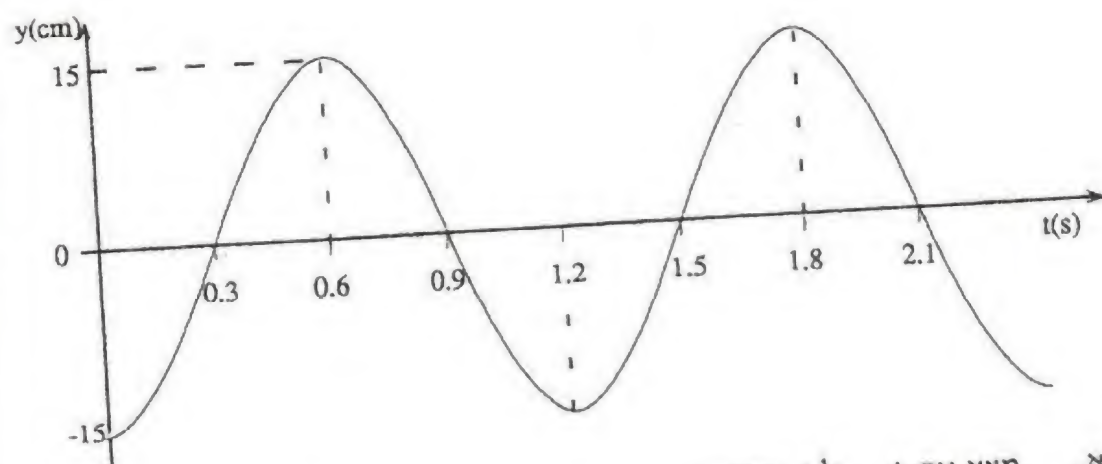
המעגלית שמרכזו O'. (4 נקודות)

ד. הסבר מדוע הכוח השקול, הפועל על הגוף בתנועתו לאורך קטע המסילה, שאחרי

הנקודה A ועד לנקודה B, אינו משיק למסילה. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

5. משקולת, שמסתה $M = 0.8 \text{ kg}$, תלויה על קפיץ אנכי שמסתו זניחה. תלמיד משך את המשקולת כלפי מטה מרחק A , ושחרר אותה (ממנוחה). חיישן המחובר למחשב מדד את מקום המשקולת בזמנים שונים, ועל צג המחשב התקבל הגרף המתואר בתרשים. מקום המשקולת, y , נמדד ביחס לציר אנכי שראשיתו בנקודת שיווי-המשקל, וכיוונו החיובי כלפי מעלה.



- מצא את A . (3½ נקודות)
- מצא את זמן המחזור של התנודות ואת תדירותן. (6 נקודות)
- חשב את קבוע הכוח של הקפיץ. (6 נקודות)
- מתי בפרק הזמן $0.1 \text{ s} < t < 1.4 \text{ s}$ מתאפסת מהירות המשקולת? הסבר. (6 נקודות)
- מתי בפרק הזמן $0.1 \text{ s} < t < 1.4 \text{ s}$ מתאפסת תאוצת המשקולת? הסבר. (6 נקודות)
- מהו הכיוון (כלפי מעלה או כלפי מטה) של הכוח השקול הפועל על המשקולת ברגע $t = 1 \text{ s}$? הסבר. (6 נקודות)

ב ה צ ל ח ה !

זכות היוצרים שחזרה לתדינת ישראל.
אין בהעתיק או בפרסם אלא ברשות משרד החינוך והתרבות.

מבחן בגרות מכניקה - 1994

פיסיקה, קיץ תשנ"ד, מס' 917531 + נספח

- 2 -

השאלות

ענה על שלוש מתוך חמש השאלות 5-1 (לכל שאלה - $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. אבן נזרקת כלפי מעלה במהירות התחלתית של $40 \frac{m}{s}$. הנח כי האבן נזרקת מגובה הקרקע.

א. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות האבן (מנקודת ראותו של אדם

העומד על הקרקע)? ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

ב. ציר מקום, y , מוגדר כך שכיוונו החיובי כלפי מעלה, וראשיתו בנקודה (על הקרקע).

שממנה נזרקה האבן. $t = 0$ מוגדר כרגע זריקת האבן.

סרטט גרפים המתארים:

(1) את מקום האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.

(7 נקודות)

(2) את מהירות האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.

(7 נקודות)

(3) את תאוצת האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.

(7 נקודות)

ג. אדם עולה בכדור פורח במהירות קבועה של $10 \frac{m}{s}$.

(1) כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות האבן, מנקודת ראותו של

האדם בכדור הפורח? (5 נקודות)

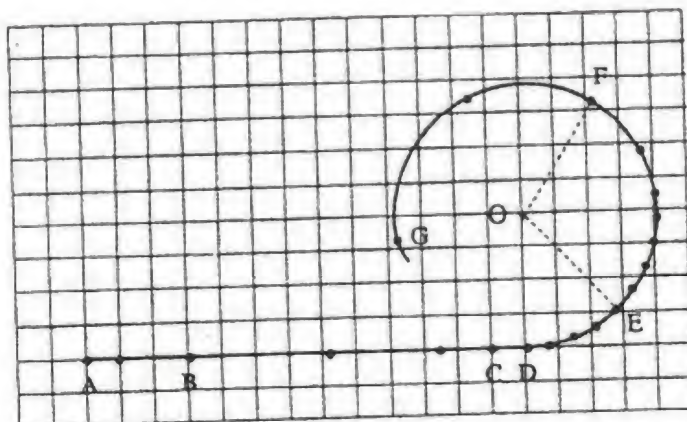
(2) סרטט גרף של מהירות האבן, כפי שהיא נצפית מנקודת ראותו של האדם

בכדור הפורח, כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעת האבן בקרקע.

(4 נקודות)

/המשך בעמוד 3

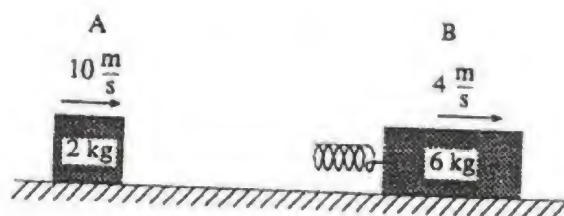
2. התרשים שלפניך מתאר את תנועתו של גוף הנע על מישור אופקי, מנקודה A עד לנקודה G, כפי שהתקבל על צג מחשב במעבדה ממוחשבת. קטע המסלול ABCD הוא ישר, וקטע המסלול DEFG הוא קשת של מעגל שמרכזו O. הנקודות מסמנות את מיקום הגוף במרווחי זמן קבועים.



- א. העתק למחברתך כאופן מקורב את התרשים שלפניך, וציין בו את הרדיוסים OE ו-OF ואת הנקודות B, C, E ו-F. בכל אחת מהנקודות B, C, E ו-F סרטט את וקטורי המהירות, התאוצה והכוח השקול. (אינך נדרש להתייחס לגודלי הווקטורים אלא לכיווניהם בלבד). שים לב: אם לדעתך לא ניתן לקבוע במדויק את כיוונו של וקטור מסוים – סרטט את הווקטור בכיוון מקורב.
- הסבר כיצד קבעת את כיוונו של כל וקטור. (24 נקודות)
- ב. (1) האם גודל המהירות בנקודה B שווה לגודל המהירות בנקודה C, גודל ממנו או קטן ממנו? נמק. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)
- (2) האם גודל התאוצה בנקודה B שווה לגודל התאוצה בנקודה C, גודל ממנו או קטן ממנו? נמק. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. גופים A ו-B נעים ימינה לאורך קו ישר על משטח אופקי חסר חיכוך, כמתואר בתרשים. מסתו של הגוף A היא 2 kg וגודל מהירותו $10 \frac{m}{s}$. מסתו של גוף B היא 6 kg, וגודל מהירותו $4 \frac{m}{s}$. אל גוף B צמוד מאחוריו קפיץ שקבוע הכוח שלו $800 \frac{N}{m}$, ומסתו ניתנת להזנחה.



- א. חשב את מהירותו של כל אחד משני הגופים לאחר ההתנגשות (כאשר אין יותר מגע בין גוף A לקפיץ). (11 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. בפרק הזמן שבין הרגע שבו גוף A נוגע לראשונה בקפיץ עד לרגע כיווצו המרבי של הקפיץ:
- (1) האם האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים A ו-B נשמרת? הסבר.
 - (7 נקודות)
 - (2) האם התנע של מערכת שני הגופים נשמר? הסבר. (5 נקודות)
- ג. כאשר התכווצות הקפיץ מרבית, מהירויות הגופים שוות.
- (1) מצא מהירות זו. (4 נקודות)
 - (2) מצא את השיעור המרבי של התכווצות הקפיץ. (6 נקודות)

4. א. (1) מהי "תנועה הרמונית פשוטה" ? (6 נקודות)
- (2) האם כל תנועה מחזורית היא תנועה הרמונית פשוטה? אם כן – נמק. אם לא – הבא דוגמה לתנועה מחזורית שאינה הרמונית פשוטה, והסבר מדוע אין היא הרמונית פשוטה. (6 נקודות)
- ב. קצה עליון של קפיץ קשור לתקרה, ולקצה התחתון קשורה משקולת שמסתה 0.6 kg . במצב זה הקפיץ ארוך ב- 15 cm מאורכו במצב רפוי, והמשקולת נמצאת בנקודה O. תלמיד משך את המשקולת 10 cm כלפי מטה, מנקודה O לנקודה M, ושחרר את המשקולת ממנוחה. מסת הקפיץ ניתנת להזנחה.
- (1) חשב את זמן מחזור התנודות. (8 נקודות)
- (2) חשב את הכוח שמפעיל הקפיץ על המשקולת בהיותה בנקודה M. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)
- (3) חשב את העבודה שעשה התלמיד במשיכת המשקולת מהנקודה O לנקודה M. (6 נקודות)
5. לכוכב לכת דמיוני אין אטמוספירה, רדיוסו $R = 10^7 \text{ m}$ ותאוצת הנפילה החופשית על פניו היא $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. גוף משוחרר ממנוחה מנקודה A, הנמצאת בגובה R (כרדיוס הכוכב) מעל פני הכוכב.
- א. (1) חשב את תאוצת הנפילה החופשית בנקודה A. (8 נקודות)
- (2) סרטט גרף מקורב, המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של מרחקו ממרכז הכוכב, בתנועתו מ-A עד פני הכוכב.
- רשום את התבנית המתמטית שעליה הסתמכת. (10 נקודות)
- (3) הערך את משך נפילת הגוף מרגע שחרורו עד רגע פגיעתו בפני כוכב הלכת, באמצעות קביעת גבול עליון וגבול תחתון עבור משך הנפילה. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. חשב את המהירות שבה פוגע הגוף בפני הכוכב. (10 נקודות)

ב ה צ ל ח ה !

זכות היוצרים שמורה כחידית ישראל.
אין להעתיק או כפרסם אלא ברשות משרד החינוך והתרבות.

מבחן בגרות מכניקה - 1995

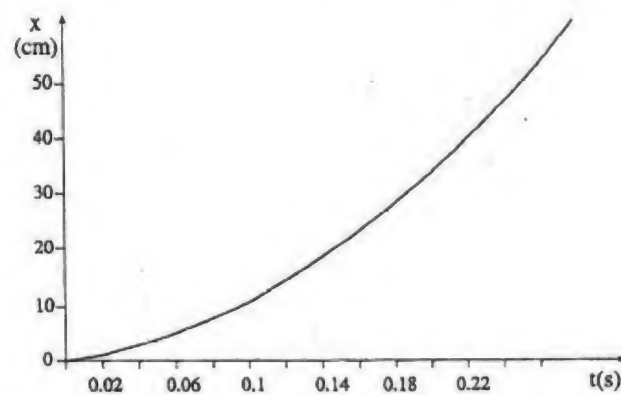
ה ש א ל ו ת

עליך לענות על שלוש מתוך חמש השאלות 1-5 (לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

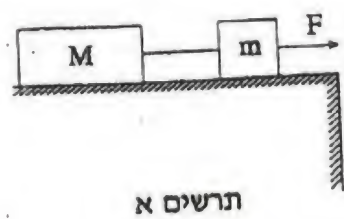
1. כדי לחקור את תנועתו של גוף הנע על קו ישר, רשם תלמיד את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 שניות. הוא הגדיר את הרגע שבו נערכה המדידה הראשונה כ- $t = 0$ (ברגע זה מהירות הגוף אינה בהכרח אפס) ואת ציר המקום x בכיוון תנועת הגוף, כך שראשיתו בנקודת הימצאו של הגוף ברגע $t = 0$. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

זמן t (s)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22
מקום x (cm)	0	1.20	2.88	5.04	7.68	10.8	14.4	18.48	23.04	28.08	33.60	39.60

על-פי תוצאות המדידות סרטט התלמיד את הגרף שלפניך, המתאר את מקומו של הגוף כפונקציה של הזמן.



- א. קבע על-פי הגרף האם מהירות הגוף גדלה עם הזמן, קטנה או אינה משתנה. נמק. (6 נקודות)
- ב. חשב את מהירות הגוף ביחידה של $\frac{m}{s}$ ברגע $t = 0.02 s$. הסבר ופרט את חישוביך. (10 נקודות)
- ג. הכן טבלה שבה שתי עמודות: עמודה עבור הזמן t (s) ועמודה עבור גודל המהירות v ($\frac{m}{s}$). רשום בטבלה את המהירות שחישבת עבור $t = 0.02 s$. חשב את גודלי מהירות הגוף ביחידה של $\frac{m}{s}$ ברגעים: $t = 0.08 s$, $t = 0.14 s$, $t = 0.20 s$ ורשום אותם במקומות המתאימים בטבלה שהכנת. אינך נדרש לפרט את חישוביך בסעיף זה. (3 נקודות)
- ד. סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. (6 נקודות)
- ה. האם תאוצת הגוף קבועה? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב את גודלה. (5 נקודות)
- ו. אילו התלמיד היה מגדיר את ציר המקום x בכיוון מנוגד לתנועת הגוף, האם סימן התאוצה (+ או -) היה שונה? הסבר. ($33\frac{1}{3}$ נקודות)



2. על משטח אופקי מונחים שני גופים

שמסתיהם m ו- M , $M > m$.

הגופים קשורים זה לזה באמצעות חוט שמסתו זניחה.

מפעילים על הגוף שמסתו m כוח אופקי ימינה

(ראה תרשים א), והמערכת נעה בתאוצה.

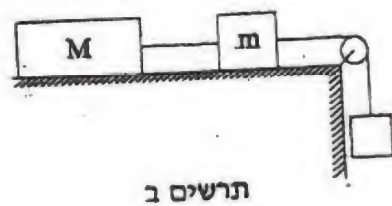
בסעיפים ב-ג בלבד הנח שהחיכוך בין הגופים לבין המשטח ניתן להזנחה.

א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים) על מי משני הגופים פועל כוח שקול גדול יותר.

(8 נקודות)

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את תאוצת הגופים ואת מתיחות החוט המקשר ביניהם.

(20 נקודות)



ג. קושרים לגוף שמסתו m , באמצעות חוט

שמסתו זניחה, גוף שמשקלו שווה לכוח F

שבתרשים א. התאוצה במצב זה (תרשים ב)

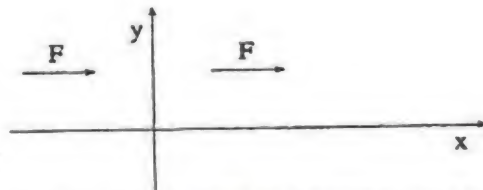
שווה בגודלה מן התאוצה במצב הקודם

(תרשים א). האם גודל התאוצה במצב זה קטן מגודל התאוצה במצב

הקודם או גדול ממנו? נמק. (5½ נקודות)

3. בתרשים מתואר מישור בעל התכונה הבאה: בכל הנקודות במישור, שבהן יימצא גוף, יפעל על

הגוף כוח \vec{F} שכוונו בכיוון החיובי של ציר ה- x וגודלו קבוע. נשים לב שמדובר בכוח יחיד, וכוחות אחרים כגון כוח הכובד אינם פועלים על הגוף.



מציבים גוף בראשית הצירים, ומעניקים לו ברגע $t = 0$ מהירות התחלתית בכיוון השלילי של ציר ה- x .

א. מהי צורת מסלול תנועתו של הגוף (קו ישר, פרבולה, היפרבולה וכו')?

תאר את המסלול במילים ו/או על-ידי סרטוט. (5 נקודות)

ב. מהו כיוון (וקטור) התאוצה במהלך התנועה? נמק.

התייחס בתשובתך לקטעי תנועה שונים, אם לדעתך יש צורך בכך. (5 נקודות)

ג. האם גודל המהירות גדל, קטן או אינו משתנה כפונקציה של הזמן? נמק.

התייחס בתשובתך לקטעי תנועה שונים, אם לדעתך יש צורך בכך. (5 נקודות)

מציבים גוף שני בראשית הצירים, ומעניקים לו ברגע $t = 0$ מהירות התחלתית בכיוון החיובי של ציר ה- y .

ד. ענה על סעיף א לגבי הגוף השני. (4 נקודות)

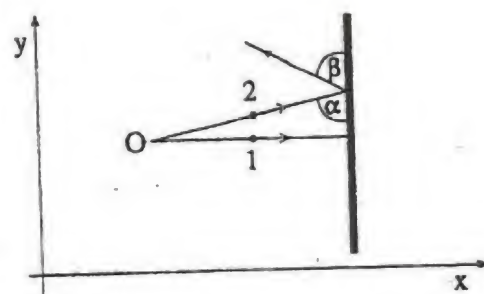
ה. ענה על סעיף ג לגבי הגוף השני. (4 נקודות)

ו. גודלה של המהירות ההתחלתית (שכאמור מכוונת בכיוון ציר ה- y) הוא 24 m/s , גודל

הכוח \vec{F} הוא 1.6 N ומסת הגוף היא 0.2 kg .

חשב את מקום הגוף ברגע $t = 4 \text{ s}$. ($10\frac{1}{2}$ נקודות)

4. בתרשים מתואר קיר במבט מלמעלה. הקיר מקביל לציר y . מהנקודה O , הנמצאת על הרצפה, משגרים שני חלקיקים הנעים על הרצפה ללא חיכוך. חלקיק 1 פוגע בקיר בניצב לו, וחלקיק 2 פוגע בקיר בזווית α (ראה תרשים). מסתו של כל חלקיק היא m וגודל מהירותו v . התנגשותו של כל אחד משני החלקיקים בקיר היא אלסטית, בלא חיכוך עם הקיר. (כיוון הכוח שהקיר מפעיל על החלקיקים מאונך לקיר). מסת הקיר גדולה מאוד, והוא אינו זז כתוצאה מההתנגשויות.



- א. בטא את המהירות (גודל וכיוון) של חלקיק 1 לאחר התנגשותו בקיר. נמק. (8 נקודות)
- ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את השינוי בתנע של חלקיק 1 כתוצאה מהתנגשותו בקיר. (8 נקודות)
- ג. לאחר הפגיעה נע חלקיק 2 במסלול שיוצר זווית β עם הקיר. בטא את גודל המהירות של חלקיק 2 לאחר התנגשותו בקיר. נמק. (2 נקודות)
- ד. הוכח כי הזווית α שווה לזווית β . (9 נקודות)
- ה. בטא באמצעות נתוני השאלה את המתקף שהפעיל הקיר על חלקיק 2. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

5. השתמש בנתונים שבסוף השאלה לביצוע החישובים, וענה על הסעיפים הבאים.

א. (1) בטא את מסתו של כוכב לכת באמצעות רדיוסו ובאמצעות תאוצת הנפילה החופשית על פניו. (10 נקודות)

(2) על-פי הביטוי שמצאת בסעיף א (1), חשב את מסת כדור הארץ. (3 נקודות)

ב. (1) בטא את מסתו של כוכב לכת באמצעות זמן המחזור של לוויין הנע סביבו ורדיוס מסלולו של הלוויין. (10 נקודות)

(2) על-פי הביטוי שמצאת בסעיף ב (1), חשב את מסת כדור הארץ. (5 נקודות)

ג. בדף הנוסחות המצורף לשאלון מופיע הקשר הבא לגבי האנרגיה הקינטית של לוויין הנע במסלול מעגלי סביב כוכב:

$$E_k = \frac{GMm}{2r}$$

הוכח קשר זה. אינך רשאי להשתמש בביטוי לאנרגיה הכוללת (של לוויין) ובביטוי לאנרגיה הפוטנציאלית הכובדית המופיעים בדף הנוסחות. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

נתונים:

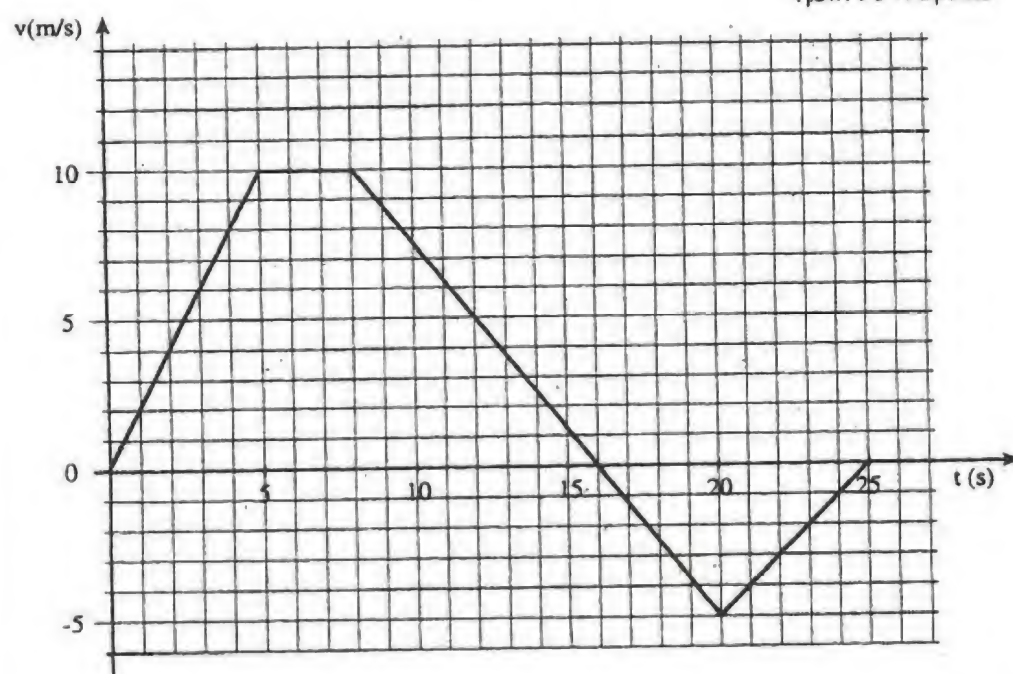
רדיוס כדור הארץ הוא $R_E = 6.4 \cdot 10^6 \text{ m}$; המרחק בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח גדול פי שישים בקירוב מרדיוס כדור הארץ; משך ההקפה של הירח סביב כדור הארץ הוא 27.3 יממות; תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא 9.8 m/s^2 .
קבוע הכבידה העולמי הוא $6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

מבחן בגרות מכניקה – 1996

השאלות

עליך לענות על שלוש מהשאלות 1-5 ולכל שאלה – $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.

1. ברגע $t = 0$ גוף מתחיל לנוע ימינה, לאורך קו ישר. הגוף שלפניך מתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן.



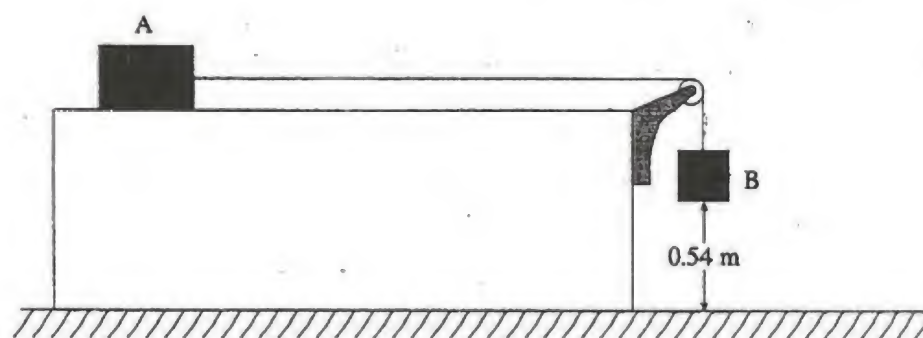
- א. האם הגוף משנה את כיוון תנועתו? אם לא – נמק. אם כן – ציין מתי, ונמק. (5 נקודות)
- ב. סרטט גרף המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 25$ s. (8 נקודות)
- ג. האם במהלך תנועתו הגוף חוזר לנקודת המוצא (נקודה שממנה יצא ברגע $t = 0$)? אם כן – באיזה רגע? אם לא – נמק. (5 נקודות)
- ד. העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את השורה הראשונה. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

פרק הזמן	כיוון המהירות	כיוון התאוצה	כיוון הכוח השקול הפועל על הגוף
$0 < t < 5$ s			

- ה. השלם את הטבלה עבור פרקי זמן אחרים (הוסף שורות לטבלה בהתאם לצורך). חלק את הזמן $5 \text{ s} < t < 25 \text{ s}$ כך שבכל פעם שכיוונו של אחד או יותר מן הווקטורים שבטבלה משתנה, יתחיל פרק זמן חדש. אם וקטור מסוים שווה לאפס – רשום זאת בטבלה. (10 נקודות)

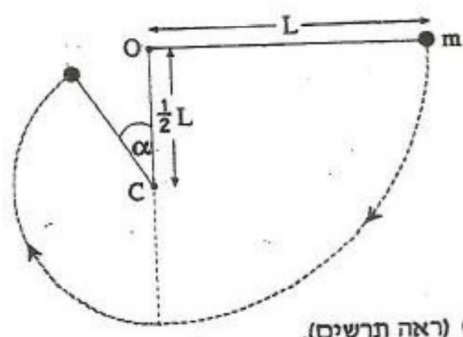
- ו. מהי תאוצת הגוף ברגע $t = 16$ s? נמק. (2 נקודות)

2. גוף A שמסתו $M = 1.4 \text{ kg}$ מונח על שולחן אופקי. הגוף קשור באמצעות חבל הכרוך על גלגלת למשקולת B שמסתה $m = 0.6 \text{ kg}$. המערכת משוחררת ממנוחה כאשר גובה המשקולת B מעל הרצפה הוא 0.54 m (ראה תרשים). ניתן להזניח את החיכוך בין החבל לבין הגלגלת. הנח בכל שלבי השאלה שהמרחק בין הגוף A לבין הגלגלת גדול מאוד, ושהגוף אינו פוגע בגלגלת.



- א. בסעיף זה הנח כי מסת החבל וכן החיכוך בין הגוף A לבין השולחן ניתנים להזנחה.
- (1) חשב כעבור כמה זמן מגיע הגוף B לרצפה. (10 נקודות)
- (2) סרטט גרף של מהירות הגוף A כפונקציה של הזמן, מרגע השחרור שיוגדר כ- $t = 0$, עד הרגע $t = 2 \text{ s}$. (7 נקודות)
- ב. בסעיף זה הנח כי מסת החבל ניתנת להזנחה, אולם יש חיכוך בין הגוף A לבין המשטח (למרות זאת, המערכת יוצאת לתנועה ברגע $t = 0$). סרטט גרף מקורב של מהירות הגוף A כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד הרגע שבו הגוף A נעצר (אינך נדרש לרשום ערכים מספריים על הצירים). הסבר את שיקולך. (10 נקודות)
- ג. בסעיף זה הנח כי החיכוך בין הגוף A לבין השולחן ניתן להזנחה, אולם מסת החבל אינה ניתנת להזנחה. מהו סוג התנועה של הגוף A לפני שהגוף B מגיע לקרקע (שוות מהירות, שוות תאוצה, בתאוצה הולכת וגדלה או בתאוצה הולכת וקטנה)? נמק. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 5/



3. כדור קטן שמסתו m קשור לקצה חוט שאורכו L . קצהו השני של החוט קבוע בנקודה O .

הכדור משוחרר ממצב שבו החוט אופקי וישר. כאשר החוט מגיע למצב אנכי, הוא נתקל במסמר בנקודה C , שנמצאת במרחק $\frac{1}{2}L$ מתחת לנקודה O (ראה תרשים). המסמר ניצב למישור התנועה של החוט.

א. מהו הגודל של מהירות הכדור כאשר החוט יוצר זווית α עם OC (ראה תרשים)?

בטא את תשובתך באמצעות L ו- α . (14 נקודות)

ב. הראה כי ברגע שהמתיחות בחוט מתאפסת, מתקיים: $\cos \alpha = \frac{2}{3}$. (14 נקודות)

ג. מה תהיה צורת המסלול של הכדור כל עוד המתיחות בחוט היא אפס (קו ישר, מעגל, פרבולה, אחר)? ! נמק. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. קפיץ, שקבוע הכוח שלו k ומסתו זניחה, מחובר בקצהו העליון לתקרה. לקצה התחתון של הקפיץ מחובר לוח עץ אופקי שמסתו M . במצב שיווי-משקל של המערכת, הקפיץ ארוך ב- d מאורכו במצב רפוי.

א. בטא את d באמצעות k ו- M . (7 נקודות)

ממצב שיווי-המשקל מושכים את לוח העץ בשיעור A כלפי מטה ומרפים ממנו. הלוח מתנווד. ברגע שלוח העץ חולף על פני נקודת שיווי-המשקל בדרכו מטה, פוגע בו קליע שמסתו m ומהירותו v אנכית כלפי מעלה. הקליע חודר דרך לוח העץ ויוצא ממנו במהירות u . כתוצאה מפגיעת הקליע, לוח העץ נעצר בנקודת שיווי-המשקל (עצירה קבועה, לא רגעית). הנח כי משך ההתנגשות בין הקליע לבין לוח העץ הוא קצר מאוד, וכי מסת לוח העץ לא השתנתה כתוצאה מההתנגשות.

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה k, M, m , ו- A את הפחת בגודל המהירות של הקליע, כלומר את $u - v$. (18 נקודות)

ג. כאשר לוח העץ נמצא במרחק מסוים מנקודת שיווי-המשקל, פוגע בו קליע הנע אנכית כלפי מעלה, חודר דרכו ויוצא ממנו. הסבר מדוע במקרה זה לוח העץ אינו יכול להיעצר (עצירה קבועה, לא רגעית). (8 נקודות)

5. טיל שוגר מפני כדור הארץ ממנוחה בכיוון אנכי. הטיל עלה בתאוצה קבועה של $20 \frac{m}{s^2}$. כעבור 5 דקות אזל הדלק במכלי הטיל.

- באיזה גובה מעל פני כדור הארץ אזל הדלק? (6 נקודות)
- מה תאוצת הנפילה החופשית בגובה שבו אזל הדלק במכלי הטיל? (9 נקודות)
- לאיזה גובה מקסימלי מעל פני כדור הארץ עלה הטיל? ($12\frac{1}{2}$ נקודות)
- לקצתו של מד-כוח (דינמומטר) התלוי בתוך הטיל מחובר גוף שמסתו 2 kg (ראה תרשים).



מה תהיה הוראת מד-הכוח:

- רגע לפני שאזל הדלק? (3 נקודות)
- רגע אחרי שאזל הדלק? (3 נקודות)

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך, הורבות והספורט.

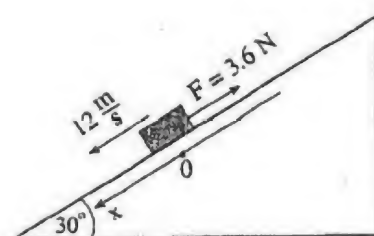
מבחן בגרות מכניקה – 1997

פיזיקה, סוף תשנ"ז, מס' 917531 + נספח

- 2 -

ה ש א ל ו ת

עליך לענות על שלוש מהשאלות 1-5 (לכל שאלה – $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).



1. גוף שמסתו 0.4 kg מחליק על משטח משופע

חסר חיכוך שזווית שיפועו 30° .

ברגע $t = 0$, שבו מהירות הגוף היתה $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

בכיוון המורד, החל לפעול על הגוף כוח F

שגודלו 3.6 N וכיוונו במעלה המשטח המשופע.

בתרשים שלפניך מתוארת המערכת ברגע $t = 0$. הכוח F חדל לפעול ברגע $t = 5 \text{ s}$.

פתור את הסעיפים א-ד ביחס לציר מקום x , שכיוונו החיובי בכיוון המורד וראשיתו $x = 0$

בנקודה שבה היה הגוף ברגע $t = 0$.

א. מצא את מהירות הגוף ברגע $t = 5 \text{ s}$ (גודל וכיוון). (10 נקודות)

ב. סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 5 \text{ s}$

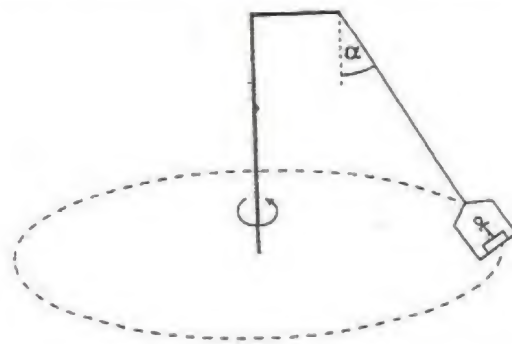
(רשום ערכים מספריים על הצירים). (11 נקודות)

ג. מצא את מקום הגוף ברגע $t = 5 \text{ s}$. (6 נקודות)

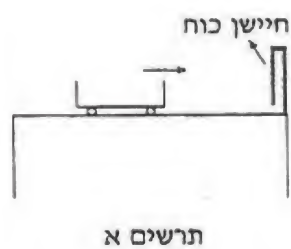
ד. תאר, במילים או באמצעות סרטוט, את מסלול תנועתו של הגוף לאחר שהכוח F

חדל לפעול. הסבר. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

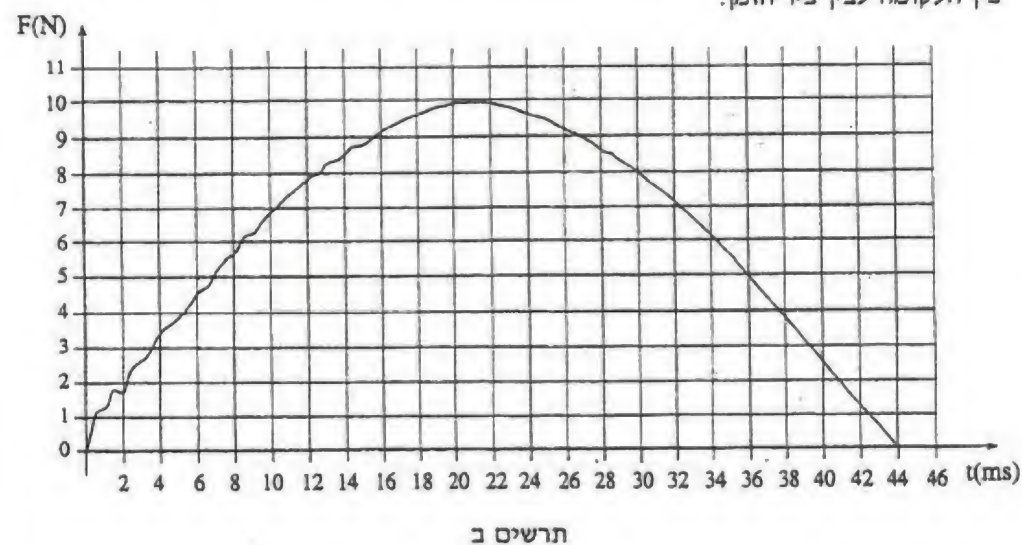
2. בתרשים שלפניך מתואר מתקן המורכב מעמוד אנכי, שיוצאת ממנו זרוע אופקית. לקצה הזרוע קשור חבל שמסתו ניתנת להזנחה. לקצה החבל קשור כיסא שעליו מונחים מאזני קפיץ, ועל המאזניים עומד נער. מסת הכיסא עם המאזניים והנער היא M . המתקן מסתובב סביב ציר העמוד, כך שהכיסא (עם המאזניים והנער) נעים במסלול מעגלי אופקי במהירות שגודלה קבוע, והחבל יוצר זווית α עם הכיוון האנכי (ראה תרשים).



- א. בטא באמצעות נתוני השאלה את המתיחות בחבל. (10 נקודות)
- ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את גודל התאוצה של הכיסא. (11 נקודות)
- ג. סרטט את הנער ואת הכוחות הפועלים עליו. ציין לגבי כל כוח מי מפעיל אותו. (5 נקודות)
- ד. מסת הנער היא m . האם המאזניים מראים ערך השווה ל- mg , גדול ממנו או קטן ממנו? נמק. (7 נקודות)



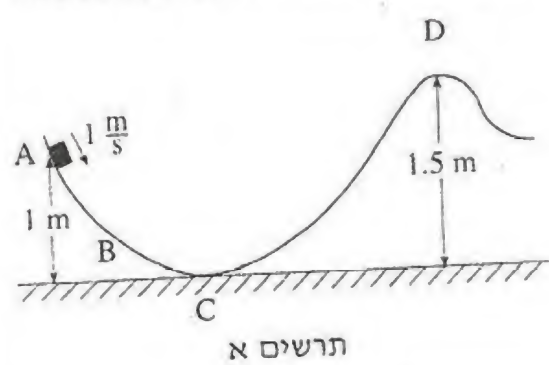
3. כדי לבחון את החוק הקובע כי "המתקף הכולל הפועל על גוף שווה לשינוי בתנע של הגוף", ביצע תלמיד ניסוי. הוא דחף קרונית שמסתה 0.46 kg (הדחיפה ארכה זמן קצר), וזו נעה על שולחן (ראה תרשים א). החיכוך בין השולחן לקרונית קטן. הקרונית התנגשה בחיישן כוח שהיה מוצמד לקצה השולחן. לאחר ההתנגשות נעה הקרונית בכיוון המנוגד לכיוון תנועתה לפני ההתנגשות. במהלך ההתנגשות של הקרונית בחיישן מדד החיישן, במרווחי זמן קצרים מאוד, את הכוח שהקרונית הפעילה עליו. ערכי הכוח (בניוטון) כפונקציה של הזמן (באלפיות שנייה – ms) הוזנו למחשב, ובעזרת תוכנה מתאימה סורטט גרף המתאר את גודל הכוח כפונקציה של הזמן במהלך ההתנגשות (ראה תרשים ב). התלמיד ספר, במידת הדיוק שהגוף מאפשר, 138 משבצות בין העקומה לבין ציר הזמן.



תרשים ב
זמן קצר לפני ההתנגשות מדד התלמיד ומצא שהקרונית עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.090 s , וזמן קצר לאחר תום ההתנגשות, בעת תנועתה בכיוון המנוגד לכיוון התנועה לפני ההתנגשות, מצא התלמיד שהיא עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.102 s .

- מצא, על סמך תרשים ב, את גודל המתקף שהחיישן הפעיל על הקרונית במהלך ההתנגשות. (10 נקודות)
- בלי להסתמך על תרשים ב, חשב את השינוי בתנע של הקרונית בעקבות ההתנגשות. (10 נקודות)
- ציין שני גורמים אפשריים לאי-דיוק בערכים שהתקבלו בניסוי זה (המתקף הכולל והשינוי בתנע של הקרונית). (7 נקודות)
- האם בפרק הזמן המתואר בתרשים ב התאפסה מהירות הקרונית? חסבב. (6 נקודות)

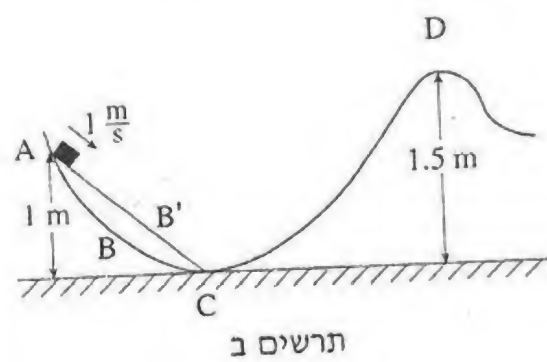
4. גוף קטן מחליק בלי חיכוך על גבי מסילה ABCD (הגוף אינו ניתק מן המסילה במהלך תנועתו). מהירות הגוף בנקודה A היא $1 \frac{m}{s}$. הנקודה A נמצאת בגובה 1 m מעל משטח אופקי העובר דרך הנקודה C, והנקודה D נמצאת בגובה 1.5 m מעל המשטח (ראה תרשים א).



- א. חשב את גודל מהירות הגוף בנקודה C. (6 נקודות)
 ב. האם הגוף יעבור את הנקודה D? נמק. (6 נקודות)

- ג. אילו המסילה היתה מונחת על כוכב לכת אחר (ולא על כדור הארץ), האם היתה תשובתך לסעיף ב משתנה? נמק. (6 נקודות)

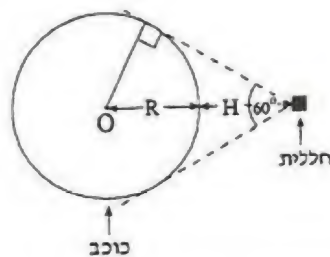
- ד. מצא את העבודה הנעשית על-ידי הכוח הנורמלי הפועל על הגוף במהלך תנועתו מ-A ל-C. נמק. (9 נקודות)



- ה. במקרה אחר הגוף נע מ-A ל-C על פני קטע ישר משופע חסר חיכוך, AB'C (ראה תרשים ב), במקום על הקטע העקום ABC. האם עבודת כוח הכובד על פני הקטע AB'C גדולה מעבודת

כוח הכובד לאורך הקטע ABC, קטנה ממנה או שווה לה? נמק. ($6 \frac{1}{3}$ נקודות)

5. חללית מתקרבת לכוכב לכת. אסטרונוט הנמצא בתוך החללית עוצר אותה במרחק מסוים מהכוכב (באמצעות מנועי החללית), ומוצא (באמצעות מכשיר קָדֶר) כי החללית נמצאת בגובה $H = 10^7$ m מעל פני הכוכב, וכי הכוכב נראה לו בזווית ראייה בת 60° (ראה תרשים).



- א. חשב את הרדיוס (R) של הכוכב. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. באמצעות מנועי החללית, האסטרונוט מכניס את החללית לתנועה מעגלית סביב הכוכב (בגובה H מעל פני הכוכב). לאחר מכן הוא מכבה את מנועי החללית, ומוצא כי זמן מחזור התנועה שלה סביב הכוכב הלכת הוא 140 דקות. הנח כי צפיפות הכוכב אחידה.
- ג. חשב את מסת הכוכב. (10 נקודות)
- ד. חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הכוכב. (10 נקודות)
- ה. במהלך תנועת החללית במסלול המעגלי סביב הכוכב, האסטרונוט מחזיק בידו כדור, וברגע מסוים מרפה ממנו. איזו מהאפשרויות הבאות מתארת את תנועת הכדור ביחס לחללית: הכדור ינוע כלפי דופן החללית הקרובה לכוכב, ירחף בחללית, ינוע כלפי דופן החללית הרחוקה מן הכוכב, יבצע תנועה אחרת? נמק. (9 נקודות)

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך, התרבות והספורט.

מבחן בגרות מכניקה – 1998

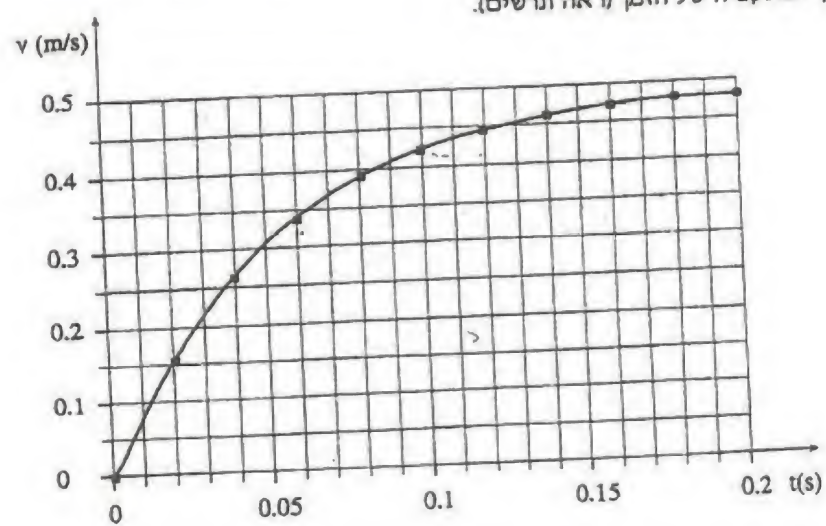
1. גוף החל לנוע ממנוחה, ונע בקו ישר בכל מהלך תנועתו. תלמיד רשם את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 s . את הרגע שבו החל הגוף לנוע הוא הנדיר $t = 0$. ציר המקום נבחר כך שראשיתו בנקודה שבה נמצא הגוף ברגע $t = 0$, וכיוונו החיובי בכיוון תנועת הגוף.

תוצאות של חלק מן המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

מקום x (m)	זמן t (s)
0.0061	0.04
0.0123	0.06
0.0196	0.08
0.0278	0.10
0.0365	0.12

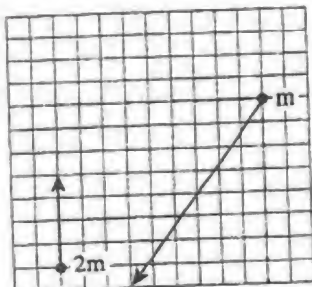
- א. חשב על-פי הטבלה, בקירוב הטוב ביותר, את מהירות הגוף ברגע $t = 0.08\text{ s}$. הסבר ופרט את חישוביך. (אל תניח שהתאוצה קבועה). (8 נקודות)

התלמיד חישב את מהירויות הגוף ברגעים השונים, וסרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן (ראה תרשים).



- ב. הערך, על-פי הגרף, את המרחק שעבר הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02\text{ s}$. (5 נקודות)
- ג. חשב, במידת הדיוק שהגרף מאפשר, את התאוצה הממוצעת של הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02\text{ s}$. (5 נקודות)
- ד. קבע, על-פי הגרף, אם תאוצת הגוף גדלה כפונקציה של הזמן, קטנה או אינה משתנה. נמק. (7 נקודות)
- ה. האם גודלו של הכוח השקול שפועל על הגוף הולך וגדל, הולך וקטן או אינו משתנה? נמק. (5 נקודות)
- ו. מהו כיוון הכוח השקול שפועל על הגוף – בכיוון תנועת הגוף, מנוגד לכיוון תנועת הגוף או מאונך לכיוון תנועת הגוף? נמק. (3½ נקודות)

קרן שמסתו $4m$ נמצא על משטח אופקי. על רצפת הקרן נעים שני כדורים שהמסות שלהם הן m ו- $2m$. החיכוך בין הקרן למשטח ובין הכדורים לרצפה זניח. מהירויות הכדורים ברגע t_0 מתוארות בתרשים א. כל משבצת מתאימה ל- $\frac{1}{5} \frac{m}{s}$.

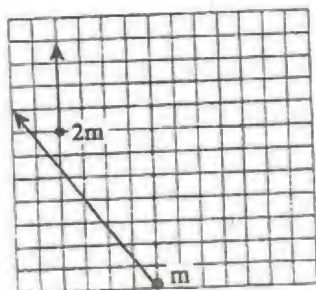


תרשים א

א. הקרן קשור למשטח ואינו יכול לנוע. תרשים ב מתאר את מהירויות הכדורים לאחר שהכדור שמסתו m התנגש בדופן הקרן.

(1) האם התנע הכולל של שני הכדורים בתרשים ב שווה לתנע הכולל שלהם בתרשים א? נמק. (8 נקודות)

(2) האם האנרגיה הקינטית הכוללת של שני הכדורים בתרשים ב שווה לאנרגיה הכוללת שלהם בתרשים א? נמק. (8 נקודות)



תרשים ב

ב. הפעם הקרן אינו קשור והוא חופשי לנוע לכל הכיוונים. (ברגע t_0 מהירויות הכדורים הן כמתואר בתרשים א ומהירות הקרן היא אפס).

הכדורים התנגשו זה בזה ובדפנות הקרן בהתנגשויות אלסטיות (לחלוטין).

(1) בתרשים ג מהירות הקרן

(שמסתו $4m$) היא $3 \frac{m}{s}$ שמאלה,

ומהירויות הכדורים ביחס לכדור

הארץ הן כמתואר בתרשים זה.

הסבר מדוע תרשים ג אינו יכול

לתאר את מצב המערכת (הכדורים

והקרן) לאחר שהתרחשו בה רק

התנגשויות אלסטיות. (9 נקודות)

(2) בתרשים ד הקרן נמצא במנוחה

ומהירויות הכדורים הן כמתואר

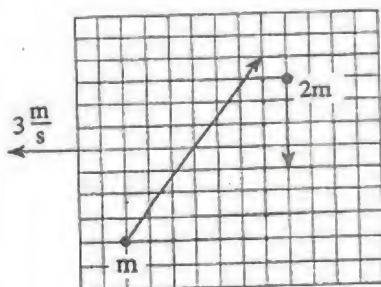
בתרשים זה.

הסבר מדוע תרשים ד אינו יכול

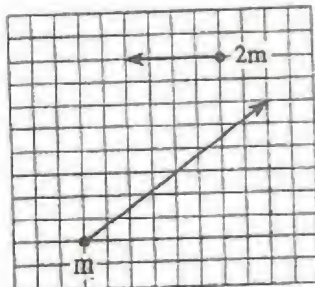
לתאר את מצב המערכת לאחר

שהתרחשו בה רק התנגשויות

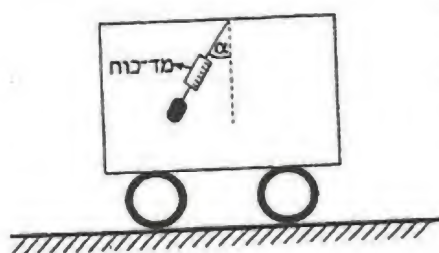
אלסטיות. ($8\frac{1}{2}$ נקודות)



תרשים ג



תרשים ד



תרשים א

3. מכונית נוסעת על כביש ישר ואופקי בתאוצה קבועה. משקולת שמסתה m תלויה על דינמומטר (מד-כוח) שקשור באמצעות חוט לתקרת המכונית, כמתואר בתרשים א. מסות הדינמומטר והחוט זניחות ביחס למסה של המשקולת. המשקולת נמצאת

במנוחה ביחס למכונית, והזווית בין החוט לבין האנך לתקרה היא α .

א. האם הכוח השקול הפועל על המשקולת שווה לאפס? אם כן – נמק.

אם לא – ציין מהו כיוון הכוח השקול. (7 נקודות)

ב. האם הכוח שהדינמומטר מראה קטן מ- mg , גדול מ- mg או שווה ל- mg ? נמק. (10 נקודות)

ג. האם כיוון התנועה של המכונית יכול להיות:

(1) ימינה? נמק. (5 נקודות)

(2) שמאלה? נמק. (5 נקודות)

ד. בשלב מסוים של תנועתה, המכונית נוסעת על כביש ישר במעלה גבעה

במהירות קבועה. גם במצב זה הזווית

בין החוט לבין האנך לתקרת המכונית

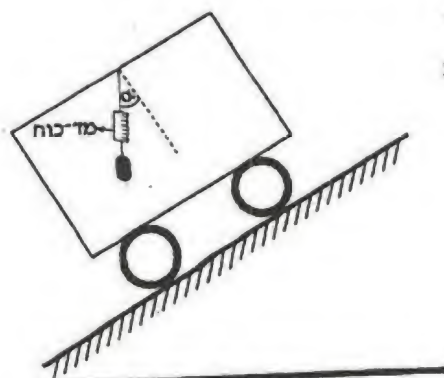
היא α (תרשים ב).

האם הכוח שהדינמומטר מראה

קטן מ- mg , גדול מ- mg

או שווה ל- mg ? נמק.

(6½ נקודות)



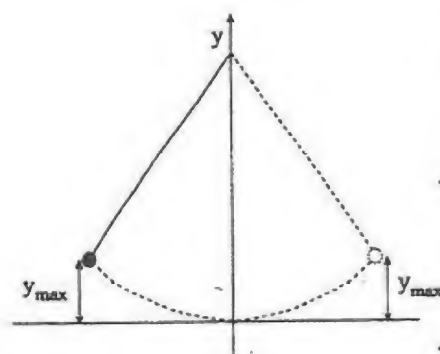
תרשים ב

/המשך בעמוד 7/

4. תלמיד מדד את זמני המחזור (T) של מסוטלות פשוטות בעלות אורכים שונים (l). כל אחת מן המסוטלות התנדדה בזווית קטנות. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

אורך המסוטלת l (m)	זמן המחזור T (s)
0.2	0.90
0.4	1.25
0.6	1.55
0.8	1.80
1.0	2.00

- א. סרטט גרף מתאים, שבעזרתו תוכל לחשב את תאוצת הנפילה החופשית.
רשום בטבלה את שיעורי הנקודות שעל-פיהן סרטטת את הגרף. (15 נקודות)
- ב. חשב על-פי הגרף את תאוצת הנפילה החופשית. (13 $\frac{1}{3}$ נקודות)



- ג. עבור המסוטלת שאורכה 1.0 m וזמן המחזור שלה הוא 2.0 s , מדד התלמיד את הרכיב האנכי y (ראה תרשים) של מקום המשקולת כפונקציה של הזמן. התלמיד גילה כי מתקבלת פונקציה מחזורית.
מהו זמן המחזור של פונקציה זו? הסבר. (5 נקודות)

פיזיקה, סוף תשנ"ח, מס' 917531 + נספח

5. א. נער חיבר קפיץ A לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N . הקפיץ התארך ב- 0.4 m . סרטט גרף המתאר את הכוח, F , שחקפיץ מפעיל על הנער כפונקציה של התארכותו, Δl , כאשר הכוח משתנה מ- $F = 0$ ל- $F = 20 \text{ N}$. הנח כי קבוע הקפיץ אינו משתנה ומסתו ניתנת להזנחה. (10 נקודות)
- ב. על סמך הגרף שסרטטת, מצא את העבודה שעשה הנער במהלך מתיחת הקפיץ. (10 נקודות)
- ג. שני נערים אוחזים בשני קצותיו של הקפיץ A, וכל אחד מהם מושך אותו בכוח של 20 N . האם התארכות הקפיץ במצב זה תהיה שונה מזו שבסעיף א? הסבר. (7 נקודות)
- ד. הנער חיבר קפיץ B לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N . הקפיץ התארך ב- 0.5 m . לאחר שהנער הרפה מהקפיץ B הוא חיבר לקצה החופשי שלו את הקפיץ A, ומשך את הקצה החופשי של קפיץ A בכוח של 20 N . הנח כי גם קבוע הקפיץ B אינו משתנה ומסתו ניתנת להזנחה. מה יהיה סך 22 ההתארכות של הקפיצים המחוברים? הסבר. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

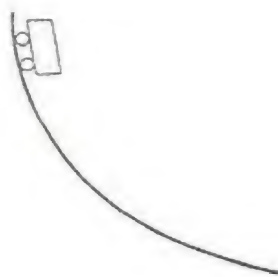
זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך, התרבות והספורט.

מבחן בגרות מכניקה – 1999

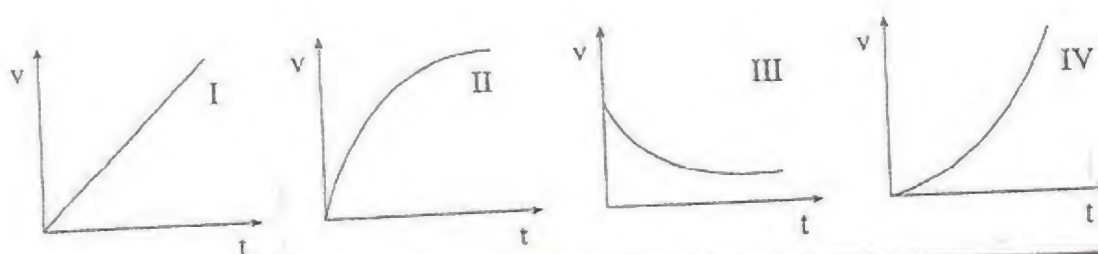
1. תלמיד שחרר קרונית מהקצה העליון של משטח משופע חסר חיכוך. מרגע מסוים, המוגדר כ- $t = 0$, הוא מדד את מקומה של הקרונית במרווחי זמן של 0.02 s . ברגע $t = 0$ מהירות הקרונית אינה שווה בהכרח לאפס. ציר המקום, x , נבחר כך שראשיתו בנקודה שבה נמצאת הקרונית ברגע $t = 0$, וכיוונו החיובי הוא בכיוון תנועת הקרונית. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

זמן $t \text{ (s)}$	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
מקום $x \text{ (m)}$	0	0.009	0.020	0.033	0.048	0.065	0.084

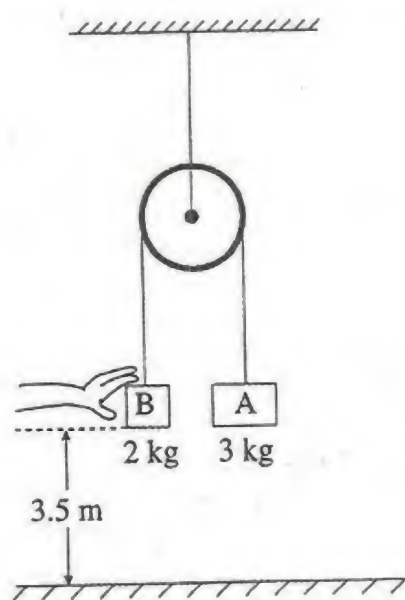
- א. חשב, על-פי הטבלה בלבד, את מהירות הקרונית ברגע $t = 0.06 \text{ s}$.
 פרט את חישוביך (אל תסתמך בחישוביך על תאוצה קבועה לקרונית). (8 נקודות)
- ב. חשב את מהירות הקרונית ברגעים $t = 0.02 \text{ s}$, 0.04 s , 0.08 s , 0.10 s .
 אינך נדרש בסעיף זה לפרט את החישובים. (4 נקודות)
- ג. הצג בטבלה את תוצאות החישובים של חמש המהירויות שחישבת בסעיפים א ו-ב, וסרטט גרף של מהירות הקרונית כפונקציה של הזמן. (9 נקודות)
- ד. האם תאוצת הקרונית קבועה? אם כן – חשב אותה.
 אם לא – הסבר כיצד קבעת זאת. (7 נקודות)
- ה. הפעם הקרונית יורדת במסלול עקום לאחר ששוחררה ממנוחה, כמתואר בתרשים שלפניך. הנח שאין חיכוך בין הקרונית למסלול.



אחד מבין הגרפים IV-I שלפניך מתאר את גודל מהירות הקרונית כפונקציה של הזמן. מהו הגרף הנכון? הסבר. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)



2. שני גופים A ו- B, שמסתם $m_1 = 3 \text{ kg}$ ו- $m_2 = 2 \text{ kg}$ בהתאמה, קשורים זה לזה באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. ניתן להזניח את מסת החוט ואת כל כוחות החיכוך.



א. החל מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 2 \text{ s}$ אדם מחזיק בגוף B, כך ששני הגופים נמצאים במנוחה בגובה 3.5 מטר מעל הרצפה (ראה תרשים).

חשב את מתיחות החוט במצב שבו הגופים מוחזקים במנוחה. (8 נקודות)

ב. מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$ האדם מפעיל על גוף B כוח שגודלו 15 N וכיוונו כלפי מטה.

(1) חשב את גודל תאוצת הגופים מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$.

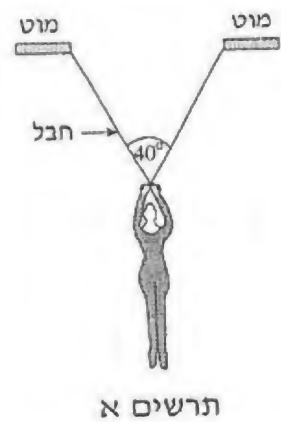
(2) חשב את מתיחות החוט מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$.

(13 נקודות)

ג. ברגע $t = 4 \text{ s}$ האדם מרפה מגוף B.

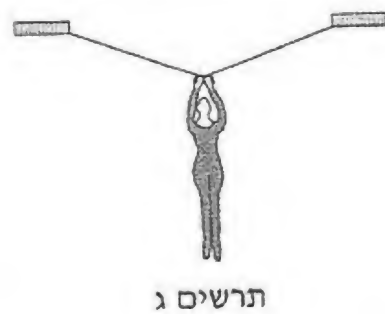
חשב את גודל תאוצת הגופים לאחר הרגע $t = 4 \text{ s}$. (6 נקודות)

ד. חשב את המרחק המינימלי בין גוף B לרצפה. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)



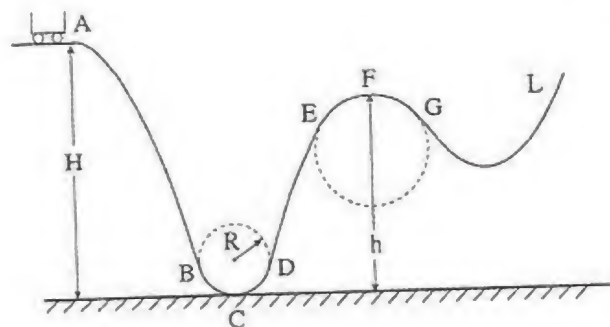
3. א. לוליינית בקרקס, שמסתה 50 kg, נתלתה על חבל הקשור בקצותיו לשני מוטות, כמתואר בתרשים א. המרחקים מנקודת האחיזה של הלוליינית בחבל עד למוטות שווים. הזווית שבין שני חלקי החבל שווה ל- 40° . ניתן להזניח את מסת החבל. חשב את מתיחות החבל. ($13\frac{1}{3}$ נקודות)

- ב. את המוטות שבתרשים א ניתן לקרב זה אל זה (בכיוון אופקי), כמתואר בתרשים ב, או להרחיקם זה מזה, כמתואר בתרשים ג. הלוליינית נתלית על החבל פעם כשהמוטות קרובים ופעם כשהמוטות רחוקים. באחד המצבים החבל נקרע, והלוליינית נפלה לרשת ביטחון. באיזה מצב (תרשים ב או תרשים ג) החבל נקרע? הסבר. (10 נקודות)



- ג. במקרה אחר, נתלתה הלוליינית על חבל הקשור בקצהו העליון רק לאחד המוטות, כמתואר בתרשים ד. כאשר הורם המוט אנכית במהירות קבועה (ובאטיות), החבל לא נקרע. אולם כאשר הורם המוט בתאוצה כלפי מעלה, החבל נקרע. מדוע החבל נקרע כאשר המוט הורם בתאוצה? (10 נקודות)

4. המסילה ACFL שבתרשים מתארת "רכבת הרים" בלונה פארק. תלמיד נכנס לקרונית בנקודה A. הוא הציב מאזניים על כיסא שבקרונית, והתיישב על המאזניים כך שכפות רגליו אינן נוגעות ברצפת הקרונית.
- לאחר מכן בנקודה A הוא שחרר מידו אבן בגובה H מעל הקרקע. האבן נפלה נפילה חופשית והגיעה לקרקע 3 שניות לאחר שחרורה.
- התלמיד יצא לדרכו מ-A במהירות התחלתית השווה לאפס. לקרונית אין מנוע, והיא נעה על המסילה ללא חיכוך, בלי להינתק ממנה.
- בנקודה A הראו המאזניים על משקל mg , ובנקודה C (פני הקרקע) הם הראו $10mg$.



- א. חשב את הגובה H של הנקודה A מעל הקרקע. (6 נקודות)
- ב. חשב את מהירות הקרונית בנקודה C. (8 נקודות)
- ג. קטע המסילה BCD הוא קשת של מעגל שרדיוסו R. חשב את R. (12 נקודות)
- ד. קטע המסילה EFG הוא קשת של מעגל. הנקודה F נמצאת בגובה h מעל הקרקע. נתון כי $H > h$.
- האם בנקודה F הוריית המאזניים גדולה מ- mg , קטנה מ- mg או שווה ל- mg ? נמק. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 7/